

**SYARAT KHUSUS TAMBAHAN
MENDAPATKAN HIBAH PENELITIAN**

Judul Penelitian	: Model Pengelolaan Limbah Cair Terpadu dengan Metode Elektrokoagulasi
Tahun Pelaksanaan	: 2016
Sumber Dana	: RistekDikti
Jenis Penelitian	: Penelitian Disentralisasi PUPT (Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi)
Tim Peneliti	
Ketua	: Rusdianasari
Anggota	: Ahmad Taqwa, Jaksen, Adi Syakdani
Dana Penelitian	: 60.000.000,-



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
DIREKTORAT JENDERAL PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN
Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat
Lt.4 Gedung D Jalan Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta 10270
Telepon: (021) 57946042 Fax: (021) 57946085
Laman: www.dikti.go.id

Nomor : 0581 /E3/2016
Lampiran: 1 (satu) berkas
Hal : Penerima Penugasan Penelitian
di Perguruan Tinggi Tahun 2016

24 Februari 2016

Yth. 1. Rektor/Direktur/Ketua Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta
2. Koordinator Kopertis Wilayah I s/d XIV

Diberitahukan dengan hormat bahwa Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) telah melakukan seleksi proposal Penelitian untuk pendanaan tahun 2016. Bersama ini kami sampaikan daftar nama penerima penugasan penelitian tahun 2016 sebagaimana terlampir.

Kami informasikan bahwa penerima penugasan penelitian tahun 2016 adalah pengusul yang proposalnya dinyatakan lolos seleksi, dan yang bersangkutan juga telah mengisi serta mengunggah dalam SIMLITABMAS dokumen-dokumen pelaporan, hasil pelaksanaan kegiatan penelitian tahun 2015 meliputi,

1. Laporan Penggunaan Anggaran;
2. Laporan Akhir; dan
3. Berkas Seminar Hasil (Artikel Ilmiah, Borang Capaian Kegiatan, Poster, dan Profil) bagi yang sudah selesai di tahun 2015.

Berkenaan dengan hal tersebut, DRPM mengucapkan selamat kepada penerima penugasan penelitian tahun 2016. DRPM mengucapkan terima kasih kepada pengusul yang telah berpartisipasi dan apabila nama pengusul tidak tercantum, maka dapat mengusulkan kembali proposal penelitian untuk pendanaan tahun 2017.

Selanjutnya, kami mohon bantuan Saudara untuk menyampaikan informasi di atas kepada masing-masing penerima Penelitian tahun 2016.

Hal-hal lain yang terkait dengan mekanisme penyaluran dana dan pelaksanaan Penelitian akan diinformasikan kemudian melalui laman: <http://simlitabmas.dikti.go.id>

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami ucapkan terima kasih.

Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat,

TTD

Ocky Karna Radjasa
NIP 19651029 199003 1001

Tembusan yth.:

1. Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan;
2. Ketua LP/LPPM/LPM Perguruan Tinggi;
3. Sekretaris Pelaksanaan Kopertis Wilayah I s/d XIV.

Kode PT	Nama PT	NIDN	Nama Ketua	Judul	Skim	Status
		0021086205	CUCUN WIDA NURHAETI	Kajian Penerapan dan Rancang Bangun Sistem Wireless Sensor Networks (WSNs Sebagai Alat Ukur Dan Instrumentasi Pada Networked Control Systems (NCSs)	Penelitian Hibah Bersaing	Baru
		0023076602	SHOERYA SHOELARTA	Pengembangan Baterai Ion Lithium Berbasis Lithium Besi Phosphat terbantu Medan Magnet	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	Baru
		0026018102	LUGA MARTIN SIMBOLON	OPTIMISASI DEBIT UDARA KONDENSER UNTUK MENDAPATKAN KINERJA OPTIMUM MESIN TATA UDARA	Penelitian Hibah Bersaing	Baru
005005	Politeknik Negeri Semarang	0011037401	MARDIYONO	PENGEMBANGAN SOFTWARE TRACKING DAN MONITORING BAYI BERBASIS DATA BIOMETRIK DAN RFID UNTUK Pencegahan Tindak Pencurian DAN PENUKARAN BAYI	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	Baru
		0014086901	DWIANA HENDRAWATI	Perancangan dan Penerapan Algoritma Firefly pada Pengendalian Parameter Konverter Untuk memaksimalkan Daya Keluaran Turbin Angin SKEA (Sistem Konversi Energi Angin) Skala 0,5 kWp	Penelitian Hibah Bersaing	Baru
		0018046202	SRI HARMANTO	PENINGKATAN KUALITAS CORAN ALUMINIUM PRODUK IKM DENGAN CARA MENGGUNAKAN CETAKAN LOGAM	Penelitian Hibah Bersaing	Baru
		0019037603	MARLIYATI	Kaji Tindak Industri Kreatif sebagai Komoditas Unggulan Pemerintah Daerah dalam Menghadapi ASEAN ECONOMIC COMMUNITY di Jawa Tengah	Penelitian Hibah Bersaing	Baru
		0021017302	JUNAIDI	Model Eksperimental Proses Gerusan di Hilir Ground Sill pada Kondisi Armoring Untuk Stabilisasi Dasar Saluran	Penelitian Hibah Bersaing	Baru
		0028035901	HARTONO	Aplikasi Penggunaan Serbuk Tembaga untuk Membuat Elektroda Mesin EDM dengan Teknologi POWDER METALLURGY	Penelitian Hibah Bersaing	Baru
005006	Politeknik Negeri Sriwijaya	0011026802	AHYAR SUPANI	RANCANG BANGUN ALAT PERINGATAN DINI BANJIR DENGAN LOGIKA FUZZY BERBASIS SMS GATEWAY DAN REKAM DATA	Penelitian Hibah Bersaing	Baru
		0015105805	IRAWAN MALIK	Desain, Manufaktur dan Pengujian Sistem Alat Angkat Manual untuk Kegiatan Perawatan & Perbaikan Sepeda Motor di Bengkel Umum	Penelitian Hibah Bersaing	Baru
		0019067006	MARTHA AZNURY	RANCANG ALAT BIODIGESTER UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT UNTUK MEMPRODUKSI BIOMETAN DAN PUPUK	Penelitian Strategis Nasional	Baru
		0019116705	RUSDIANASARI	MODEL PENGELOLAAN LIMBAH CAIR TERPADU DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	Baru
		0020035805	PRIDSON MANDIANGAN	Inovasi Teknologi Abakod Menjadi Akorama pada Alat Musik Tradisional Kolintang di Politeknik Negeri Sriwijaya	Penelitian Hibah Bersaing	Baru
		0023107103	YOHANDRI BOW	PENGEMBANGAN METODA MOLECULARLY IMPRINTED POLYMER (MIP) POLISULFAN DAN APLIKASINYA SEBAGAI SENSOR POTENSIOMETRIK	Penelitian Hibah Bersaing	Baru



Menu Utama

- Beranda
- Penelitian ▾
- Pengabdian ▾
- Pelaksanaan Kegiatan ▾
- Riwayat Usulan
- Pendaftaran Reviewer ▾
- Logout

IDENTITAS SINTA **PENELITIAN** PENGABDIAN ARTIKEL JURNAL HKI ARTIKEL PROSIDING BUKU
KARYA MONUMENTAL NASKAH AKADEMIK/URGensi

RIWAYAT PENELITIAN

- 1 Produksi Hidrogen dari Air Laut menggunakan Hidrogen Fuel Generator sebagai Sumber Energi Berkelanjutan
Tahun: 2021 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Terapan](#)
- 2 Kajian Karakteristik dan Komponen Hidrokarbon Bahan Bakar Minyak dari Hasil Pirolisis Limbah Plastik Berkontrol Temperatur dan Waktu
Tahun: 2021 | **Peran:** Ketua TPM | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi](#)
- 3 Produksi Hidrogen Fuel Cell dari Limbah Cair Terpadu Menggunakan HHO Cell Reaktor dengan Smart Sensor
Tahun: 2021 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi](#)
- 4 Rancang Bangun Biodigester Kotoran Sapi yang Dilengkapi dengan Packed Bed Scrubber Untuk Pemurnian Biogas
Tahun: 2021 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi](#)
- 5 Kajian Karakteristik dan Komponen Hidrokarbon Bahan Bakar Minyak dari Hasil Pirolisis Limbah Plastik Berkontrol Temperatur dan Waktu
Tahun: 2020 | **Peran:** Ketua TPM | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi](#)
- 6 Pembuatan Biodiesel dengan Teknologi Induksi
Tahun: 2019 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Internal Perguruan Tinggi
[Penelitian Terapan](#)
- 7 Sistem Pengeringan Bahan Pangan dengan Energi Surya
Tahun: 2019 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Internal Perguruan Tinggi
[Penelitian Terapan](#)
- 8 Pembuatan Nanosilika dari Abu Sekam Padi sebagai Adsorben Logam Besi (Fe) pada Limbah Songket dan Adsorben Logam Krom (Cr) pada Limbah Jumpatan
Tahun: 2019 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Internal Perguruan Tinggi
[Penelitian Dasar](#)
- 9 MONITORING ONLINE PENGOLAHAN LIMBAH CAIR MENJADI HIDROGEN FUEL CELL MENGGUNAKAN SMART SENSOR
Tahun: 2018 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi](#)
- 10 Analisa Kinerja Alat Penukar Panas (Cooler) dalam Penyediaan Umpan Udara untuk Produksi Nitrogen dengan Metode Pressure Swing Adsorption (PSA)
Tahun: 2018 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Internal Perguruan Tinggi
[Penelitian Terapan](#)
- 11 Rancang Bangun Alat Pencetak Briket Arang Dari Limbah Cangkang Biji Buah Karet
Tahun: 2017 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Internal Perguruan Tinggi
[Penelitian Terapan](#)
- 12 MODEL PENGELOLAAN LIMBAH CAIR TERPADU DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI
Tahun: 2016 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi](#)
- 13 Model Kinetika Reaksi Adsorpsi pada Proses Elektrokoagulasi
Tahun: 2015 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi](#)
- 14 Pemetaan Kualitas Lingkungan di Stockpile Batubara
Tahun: 2014 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Disertasi Doktor](#)
- 15 Aplikasi Metode Voltametri untuk Pendegradasian Kadar Klorin Terlarut di Perairan Sungai Musi
Tahun: 2013 | **Peran:** Anggota Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Produk Terapan](#)
- 16 Pengolahan Limbah Cair Stockpile Batubara untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan
Tahun: 2013 | **Peran:** Ketua Pengusul | **Sumber Dana:** Ristekdikti
[Penelitian Produk Terapan](#)

**LAPORAN
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI
TAHUN I**



**MODEL PENGELOLAAN LIMBAH CAIR TERPADU
DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI**

Tahun ke-1 dari rencana 3 tahun

**Dibiayai oleh:
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Penelitian
Nomor: 189/SP2H/LT/DRPM/III/2016 Tanggal 10 Maret 2016**

TIM PENELITIAN

Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.	NIDN 0019116705
Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.	NIDN 0004126802
Ir. Jaksen M. Amin, M.Si.	NIDN 0004096205
Adi Syakdani, S.T., M.T.	NIDN 0011046904

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
NOVEMBER 2016**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul	: MODEL PENGELOLAAN LIMBAH CAIR TERPADU DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI
Peneliti/Pelaksana	
Nama Lengkap	: Dr. Ir RUSDIANASARI M.Si
Perguruan Tinggi	: Politeknik Negeri Sriwijaya
NIDN	: 0019116705
Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
Program Studi	: Teknologi Kimia Industri
Nomor HP	: 08127800023
Alamat surel (e-mail)	: rusdianasari@yahoo.com
Anggota (1)	
Nama Lengkap	: AHMAD TAQWA M.T
NIDN	: 0004126802
Perguruan Tinggi	: Politeknik Negeri Sriwijaya
Anggota (2)	
Nama Lengkap	: Ir JAKSEN M.Si
NIDN	: 0004096205
Perguruan Tinggi	: Politeknik Negeri Sriwijaya
Anggota (3)	
Nama Lengkap	: ADI SYAKDANI ST., MT.
NIDN	: 0011046904
Perguruan Tinggi	: Politeknik Negeri Sriwijaya
Institusi Mitra (jika ada)	
Nama Institusi Mitra	: -
Alamat	: -
Penanggung Jawab	: -
Tahun Pelaksanaan	: Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan	: Rp 60.000.000,00
Biaya Keseluruhan	: Rp 300.000.000,00



Mengetahui,
Direktur Polsri

(Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.)
NIP/NIK 196812041997031001

Palembang, 6 - 11 - 2016

Ketua,

(Dr. Ir RUSDIANASARI M.Si)
NIP/NIK 196711191993032003

Menyetujui,
Kepala PPPM

(Ir. Jaksen, M. Amin, M.Si.)
NIP/NIK 196209041990031002

RINGKASAN

Teknologi pengolahan air limbah yang umum digunakan adalah koagulasi-flokulasi. Metode ini mempunyai kelemahan pada biaya pengolahan yang tinggi dan volume *sludge* yang besar. Untuk itu digunakan metode alternatif yang lebih efektif yaitu metode elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan metode koagulasi dengan menggunakan arus listrik melalui peristiwa elektrokimia. Prinsip kerja elektrokoagulasi adalah pelarutan logam anoda (M^+) yang kemudian bereaksi dengan ion hidroksi (OH^-) membentuk koagulan. Limbah yang akan diolah dengan metode elektrokoagulasi ini adalah limbah cair terpadu. Penelitian ini dilakukan secara *batch* dimana limbah cair diletakkan di dalam sel elektrokimia yang terdapat elektroda dengan dimensi 15 cm x 15 cm. Parameter yang divariasikan adalah jenis elektroda yaitu elektroda aluminium dan tegangan 6, 9 dan 12 volt, serta waktu proses 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Pada saat awal dilakukan karakterisasi beberapa jenis sampel limbah cair seperti limbah cair tahu, limbah cair kelapa sawit, limbah domestic dan laundry, serta lindi pada TPA. Selanjutnya dilakukan karakterisasi terhadap limbah cair terpadu dengan kondisi operasi yang diperoleh sebelumnya. Kondisi optimum untuk elektroda aluminium yaitu tegangan 12 volt dan waktu proses 150 menit. Efektivitas elektrokoagulasi limbah cair terpadu menggunakan elektroda aluminium adalah TDS 88,96%, TSS 50%, COD 87,96%, BOD₅ 52,98%, PO₄ 35,37%, Fe 62,5% dan Pb 85% dengan efisiensi arus 78,91%. Hasil penelitian ini telah memenuhi standar baku mutu lingkungan.

PRAKATA

Alhamdulillah, peneliti ucapkan rasa syukur kepada Allah SWT, karena atas limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, penyelesaian Laporan Hasil Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Tahun I (2016) dapat terselesaikan.

Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi dengan judul "Model Pengelolaan Limbah Cair Terpadu dengan Metode Elektrokoagulasi".

Pada kesempatan ini, peneliti ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. DRPM Jakarta yang telah membiayai penelitian ini.
2. Politeknik Negeri Sriwijaya dan P3M Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan izin dan memfasilitasi penelitian ini.
3. Laboratorium Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya dan Laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Palembang yang telah membantu peneliti menganalisis sampel.
4. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada tim peneliti dalam menyelesaikan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Peneliti menyadari sepenuhnya atas keterbatasan ilmu maupun dari segi penulisan yang menjadikan laporan ini tak lepas dari kesalahan. Peneliti mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi yang memerlukannya.

Palembang, November 2016

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT	13
BAB IV. METODE PENELITIAN	14
BAB V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	18
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
 Tabel	
1. Rencana Kerja Penelitian	14
2. Karakterisasi Awal Limbah Cair Domestik	19
3. Hasil Analisis Limbah Cair Kelapa Sawit sebelum Pengolahan	19
4. Karakterisasi Limbah Laundry	20
5. Karakteristik Limbah Cair Tahu sebelum Pengolahan	20
6. Hasil Analisis Lindi Sampah sebelum Pengolahan	21
7. Hasil Analisis Limbah Cair Domestik dengan Tegangan 6 Volt	21
8. Hasil Analisis Limbah Cair Domestik dengan Tegangan 9 Volt	22
9. Hasil Analisis Limbah Cair Domestik dengan Tegangan 12 Volt	22
10. Hasil Analisis Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Tegangan 6 V	25
11. Hasil Analisis Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Tegangan 9V	25
12. Hasil Analisis Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Tegangan 12 Volt	26
13. Hasil Analisis Limbah Laundry dengan Tegangan 6 Volt	29
14. Hasil Analisis Limbah Laundry dengan Tegangan 9 Volt	29
15. Hasil Analisis Limbah Laundry dengan Tegangan 12 Volt	29
16. Karakteristik Limbah Cair Tahu sesudah Pengolahan	31
17. Hasil Analisis Lindi Sampah dengan Rapat Arus 30 A/m^2	35
18. Hasil Analisis Lindi Sampah dengan Rapat Arus 50 A/m^2	35
19. Hasil Analisis Lindi Sampah dengan Rapat Arus 70 A/m^2	35
20. Hasil Analisis Lindi Sampah dengan Rapat Arus 90 A/m^2	35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar	
1. Interaksi dalam proses elektrokoagulasi	9
2. Reaktor elektrokoagulasi	10
3. Diagram alir proses pengolahan limbah cair dengan metode Elektrokoagulasi secara kontinyu	16
4. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah cair domestik pada tegangan 6 volt	23
5. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah cair domestik pada tegangan 9 volt	23
6. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah cair domestik pada tegangan 12 volt	24
7. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah cair kelapa sawit pada tegangan 6 volt	27
8. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah cair kelapa sawit pada tegangan 9 volt	27
9. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah cair kelapa sawit pada tegangan 12 volt	28
10. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah laundry pada tegangan 6 volt	30
11. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah laundry pada tegangan 9 volt	30
12. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah laundry pada tegangan 12 volt	31
13. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah cair tahu pada tegangan 6 volt	32
14. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah cair tahu pada tegangan 9 volt	33
15. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap limbah cair tahu pada tegangan 12 volt	34
16. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap lindi sampah pada rapat arus 30 A/m ²	36
17. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap lindi sampah pada rapat arus 50 A/m ²	37
18. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap lindi sampah pada rapat arus 70 A/m ²	37
19. Efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap lindi sampah pada rapat arus 90 A/m ²	38
20. Efektivitas elektrokoagulasi terhadap nilai BOD ₅ , COD dan kadar NH ₃ -N	38

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan suatu industri adalah proses pengolahan suatu bahan baku menjadi bahan setengah jadi atau bahan jadi untuk keperluan manusia dan makhluk lain di sekitarnya. Pada saat yang sama industri juga tidak terlepas dari hasil samping atau limbah yang dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran terhadap lingkungan. Dampak pencemaran lingkungan dapat dirasakan secara langsung atau tidak langsung oleh manusia. Akibat pencemaran tersebut, lingkungan menjadi rusak sehingga daya dukung alam terhadap kelangsungan hidup manusia menjadi berkurang. Adapun tujuan dari pengolahan limbah adalah untuk mengurangi volume, konsentrasi atau bahaya yang ditimbulkan oleh limbah sehingga dapat memenuhi baku mutu lingkungan yang dipersyaratkan.

Salah satu penyebab terjadinya pencemaran adalah banyaknya air limbah yang dibuang tanpa melalui pengolahan lebih dahulu atau sudah diolah tetapi belum memenuhi persyaratan. Hal ini dimungkinkan karena adanya keengganan mengolah air limbah, disamping itu belum tersedianya sebuah teknologi pengolah air limbah yang mudah dan efisien sehingga dapat diterapkan di sebuah industri.

Limbah cair dan permasalahannya akan muncul dimana manusia beraktivitas, limbah cair rumah tangga volume yang dibuang dapat mencapai 60% lebih. Limbah cair industri sekitar 30 – 40 %, tetapi selalu dianggap penyumbang pencemar lingkungan yang terbesar. Sampai saat ini belum banyak industri yang melakukan pengolahan limbah cair untuk mengurangi beban polutan yang dihasilkan sebelum dibuang ke badan air. Alasan utamanya adalah biaya operasional yang cukup tinggi. Pengolahan awal seperti aerasi dalam kolam penampung, penambahan sedikit bahan kimia untuk mengendapkan pengotor dan polutan terutama logam berat yang menimbulkan warna dan berbahaya seharusnya dapat dilakukan oleh setiap industri. Tetapi karena kontinuitas produksi dan lamanya pengolahan limbah awal yang menyebabkan para pengusaha enggan mengoperasikan pengolahan awal tadi. Elektrokoagulasi bukanlah teknologi baru, tetapi di Indonesia belum memasyarakat dalam penerapannya. Proses ini sederhana

dan mudah diterapkan dengan kemampuan yang baik dalam menggumpalkan berbagai pengotor dan polutan, baik bahan organik maupun anorganik.

Limbah cair di kota Palembang bisa berasal dari industri tekstil (zat warna), industri pelapisan logam (elektroplating), industri laundry, limbah cair domestik, limbah cair dari industri tahu, tempat akhir pembuangan sampah (TPA), sedangkan di daerah perkebunan dan industri kelapa sawit, akan muncul limbah cair proses dari kelapa sawit (POME), dan lain-lain. Air limbah industri tekstil mengandung bahan pencemar organik maupun anorganik yang dapat ditunjukkan dengan kadar COD dan kekeruhan yang relatif tinggi. Perkembangan industri tekstil juga didorong dengan berkembangnya industri tenun tradisional dengan harga relatif murah sehingga terjangkau oleh masyarakat luas. Dalam proses pembuatan kain tradisional diawali dengan proses pencelupan benang/limar untuk pewarnaan. Dalam setiap pencelupan akan dihasilkan limbah cair sekitar 40-50 liter untuk satu setel limar. Setiap industri songket minimal mencelup 10 limar setiap harinya. Jadi dalam satu hari dapat dihasilkan sekitar 100.000 liter limbah cair.

Dewasa ini banyak industri kecil laundry bermunculan khususnya di daerah Palembang dan sekitarnya. Hal ini disebabkan semakin meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas yang padat sehingga membutuhkan jasa laundry sebagai tempat untuk mencuci pakaian. Munculnya usaha dalam bidang jasa ini memiliki manfaat yang cukup besar bagi perekonomian masyarakat, namun di sisi lain adanya limbah yang dihasilkan dari sisa proses pencucian berpotensi menimbulkan pencemaran. Industri laundry dalam prosesnya banyak menggunakan deterjen sebagai bahan pencuci. Penggunaan deterjen yang semakin meluas dikarenakan deterjen mempunyai sifat-sifat pembersih yang efektif dibandingkan dengan sabun biasa. Zat yang dominan terkandung dalam deterjen adalah senyawa ionik berupa natrium tripolifosfat yang berfungsi sebagai builder dan surfaktan (Buttler, 2013). Limbah laundry juga mengandung fosfat tinggi sekitar 9,9 ml/L dan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebesar 280 mgO₂/L melebihi baku mutu yang telah ditetapkan sehingga diperlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air (Holt, 2005). Sampai saat ini hampir semua industri *laundry* langsung

membuang limbahnya ke saluran drainase atau badan air tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu.

Elektroplating adalah pelapisan logam dengan menggunakan teknik elektrokimia atau elektrolisa. Produk industri yang membutuhkan pelapisan logam antara lain adalah, peralatan rumah tangga yang terbuat dari besi, kuningan, dan aluminium. Biasanya produk seperti, meja, kursi, sendok makan, dan alat dapur lainnya dilapis dengan menggunakan logam nikel dan krom. Umumnya, produk logam bisa dilapis dengan menggunakan emas, nikel, tembaga, seng, kuningan, perak, krom, atau logam pelapis lainnya (MenLH, 2007). Air limbah elektroplating memiliki kandungan logam berat yang tinggi. Air limbah yang dihasilkan banyak mengandung logam-logam terlarut, pelarut dan senyawa organik maupun anorganik terlarut lainnya (Dermentzis, 2011).

Lindi hasil ekstraksi sampah adalah cairan dengan kandungan bahan terlarut maupun tersuspensi dengan konsentrasi yang tinggi. Polutan yang terkandung terdiri dari senyawa-senyawa kimia organik dan anorganik hasil dekomposisi sampah dan pelarutan oleh air yang masuk dalam timbulan sampah yang berasal dari air hujan, drainase, air tanah atau sumber lain di sekitar lokasi TPA. Lindi TPA memiliki sifat toksisitas yang tinggi, oleh karenanya perlu dilakukan pengelolaan dan pengolahan sebelum dibuang ke badan air penerima/sungai.

Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan suatu usaha untuk mengolah limbah hasil industri agar dapat diminimalisir dampaknya terhadap lingkungan. Elektrokoagulasi merupakan metode elektrokimia untuk pengolahan air dimana pada anoda terjadi pelepasan koagulan aktif berupa ion logam (biasanya aluminium atau besi) ke dalam larutan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi elektrolisis berupa pelepasan gas hidrogen (Holt *et.al.*, 2005), sedangkan menurut Othman (2004), elektrokoagulasi merupakan proses kompleks yang melibatkan fenomena kimia dan fisik dengan menggunakan elektroda untuk menghasilkan ion yang digunakan untuk mengolah air limbah. Penelitian pengolahan limbah cair dengan metode elektrokoagulasi ini merupakan alternatif lain dari pengolahan kimiawi untuk dijadikan bahan pertimbangan agar mencapai hasil pengolahan yang

berada dibawah standar baku mutu (Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara) yang telah ditetapkan oleh pemerintah serta dengan harapan agar dapat lebih efisien dan lebih baik efisiensi pengolahannya (Rusdianasari, 2013).

1.2 Permasalahan

Limbah cair mengandung bahan organik dan anorganik seringkali merugikan lingkungan di dalam air dan lingkungan tanah di sekitarnya sehingga air tidak bening tetapi menjadi berwarna.

Untuk itu permasalahan yang akan diatasi pada tahun pertama penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik limbah cair yang dihasilkan dari beberapa industri yang berbeda?
2. Bagaimana kualitas limbah cair sebelum dan sesudah diolah dengan metode elektrokoagulasi?
3. Bagaimana efektivitas metode elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair dari berbagai industri?

1.3 Keutamaan Penelitian

Air limbah ini umumnya dibuang melalui saluran/got menuju sungai ataupun laut. Terkadang dalam perjalannya menuju laut, air limbah ini dapat mencemari sumber air bersih yang dipergunakan oleh manusia. Dengan demikian penanganan air limbah perlu mendapat perhatian serius. Selain dapat berbahaya bagi kesehatan manusia, air limbah juga dapat mengganggu lingkungan, hewan, ataupun bagi keindahan.

Teknologi pengolahan limbah cair adalah kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan. Apapun jenis teknologi pengolahan air limbah domestik maupun industri yang dibangun harus dapat dioperasikan dan dipelihara oleh masyarakat setempat. Jadi teknologi pengolahan yang dipilih harus sesuai dengan kemampuan teknologi masyarakat yang bersangkutan. Salah satu metode yang tepat dipilih adalah metode elektrokoagulasi dan model

pengelolaan yang akan dibangun dapat memonitoring polutan apakah sudah aman dan layak untuk dibuang ke perairan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of the Art Penelitian*

Penelitian tentang pengolahan limbah cair dengan metode elektrokoagulasi telah banyak dilakukan sebelumnya. Elektrokoagulasi dikenal juga sebagai “Elektrolisis Gelombang Pendek”. Elektrokoagulasi merupakan suatu proses destabilisasi suatu kontaminan dalam larutan dengan arus searah menggunakan elektroda (Mukminin, 2006). Proses elektrokoagulasi merupakan gabungan dari proses elektrokimia dan proses koagulasi-flokulasi (Djajadiningrat, 2004).

Elektrokoagulasi telah ada sejak tahun 1889 yang dikenalkan oleh Vik *et al.* dengan membuat suatu instalasi pengolahan untuk limbah rumah tangga (*sewage*). Tahun 1909 di *United States*, J.T. Harries telah mematenkan pengolahan air limbah dengan sistem elektrolisis menggunakan anoda alumunium dan besi. Matteson (1995) memperkenalkan “*Electronic Coagulator*” dimana arus listrik yang diberikan ke anoda akan melarutkan Alumunium ke dalam larutan yang kemudian bereaksi dengan ion hidroksi (dari katoda) membentuk aluminium hidroksi. Hidroksi menflokulasi dan mengkoagulasi partikel tersuspensi sehingga terjadi proses pemisahan zat padat dari air limbah. Proses yang mirip juga telah dilakukan di Brittain tahun 1956 hanya anoda yang digunakan adalah besi dan digunakan untuk mengolah air sungai (Mukminin, 2006).

Elektrokoagulasi telah banyak diaplikasikan pada berbagai pengolahan limbah cair seperti yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Untuk *recovery* logam dalam limbah cair, telah diteliti oleh Nouri (2010), Bazrafshan (2008), Dermentzis (2011) dan Mansoorian (2012). Mukminin (2006) dan Njiki (2009) meneliti limbah *electroplating* pada industri berbasis logam. Selain *recovery* logam, metode elektrokoagulasi dapat juga mereduksi/penghilangan zat warna pada limbah cair yang telah diteliti oleh Daneshvar pada tahun 2006 dan 2007. Untuk pemurnian air (*water treatment*) dapat juga menggunakan metode

elektrokoagulasi ini. Hal ini telah dibuktikan dari hasil penelitian Holt (2005), Othman (2006), Peter (2006), Nasrulah (2012), Sarala (2012) dan Butler (2013).

2.2 Peta Jalan Penelitian

Penelitian ini merupakan satu bagian penting dalam peta jalan penelitian yang telah dan akan dilakukan. Untuk lebih memperjelas program penelitian secara terperinci terlihat dalam *roadmap*/peta jalan penelitian penelitian berikut:

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Topik penelitian	Mengolah limbah cair <i>stockpile</i> batubara	Model pengelolaan lingkungan <i>stockpile</i> batubara	Mengolah limbah cair tenun songket	Karakterisasi berbagai jenis limbah cair	Merancang Model pengelolaan limbah cair secara terpadu sistem batch	Merancang Model pengelolaan limbah cair secara terpadu sistem kontinyu
Metode	Dengan metode elektrokoagulasi batch & kontinyu	Pemetaan kualitas lingkungan <i>stockpile</i> batubara	Elektrokoagulasi secara kontinyu	Elektrokoagulasi secara batch	Deteksi polutan terkoneksi dengan komputer	Sistem monitoring secara terpadu
Luaran	Desain alat	Peta dan model	Teknologi tepat guna	Karakterisasi limbah cair	Desain & model	Desain & model

2.3 Penelitian Pendahuluan

Penelitian ini didahului oleh beberapa kajian literatur (data sekunder) dan eksperimental (data primer), antara lain:

2.3.1 Pengolahan limbah cair *stockpile* batubara

Penelitian ini mengolah limbah cair *stockpile* dengan metode elektrokoagulasi secara batch dan kontinyu dengan parameter yang diuji adalah pH, logam besi dan mangan serta total padatan tersuspensi. Menggunakan elektroda aluminium sebagai anoda dan katoda dengan mevariasikan arus/tegangan/rapat arus

untuk mengetahui sejauh mana persen penyisihan polutan yang dapat dicapai.

Penelitian awal telah menghasilkan 3 (tiga) artikel ilmiah yang dipublikasikan. Publikasi mengenai proses pengolahan limbah cair *stockpile* batubara dengan metode elektrokoagulasi secara batch dengan judul “*Reduction of metal contents in coal stockpile wastewater using electrocoagulation*” telah dipublikasikan pada *Jurnal online : Applied Mechanics and Materials* Vol. 391 (2013) halaman 29-33, yang diterbitkan oleh Trans Tech Publication, Switzerland dan “*Treatment of coal stockpile wastewater by electrocoagulation using aluminum electrodes*” telah dipublikasikan pada *Jurnal online: Advanced material Research* Vol. 896 (2014) hal. 145-148. Hasil pengolahan secara dikontinyu diseminarkan pada *International Conference Chemical Engineering on Science and Application* di Banda Aceh pada tanggal 18-19 September 2013 dan artikel ilmiah tersebut dipublikasikan pada prosiding dengan judul “*Application of Electrocoagulation process for coal stockpile wastewater treatment*”

Hasil penelitian menunjukkan metode elektrokoagulasi dapat mereduksi logam berat dan TSS dalam limbah cair *stockpile* batubara dengan menggunakan elektroda aluminium pada tegangan 24 volt dengan waktu proses 120 menit dan diperoleh *removal efficiency* mencapai 90%.

2.3.2 Pengolahan limbah cair tenun songket

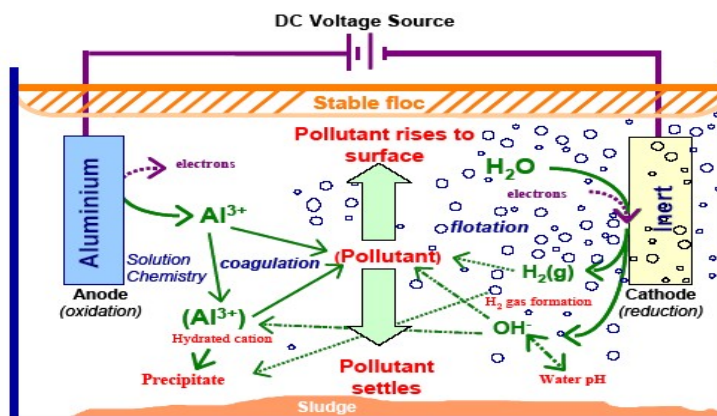
Penelitian ini mengolah limbah cair *industry tenun songket* dengan metode elektrokoagulasi secara batch dengan parameter yang diuji adalah pH, TSS, COD, BOD, dan logam. Menggunakan elektroda aluminium sebagai anoda dan katoda dengan mevariasikan arus/tegangan untuk mengetahui sejauh mana persen penyisihan polutan yang dapat dicapai. Hasil penelitian ini telah dipublikasikan pada *International Journal on Advanced Sciences Engineering Information Technology*, Vol. 4 N0. 2 (2014) dengan judul “*Treatment of traditional cloth wastewater by electrocoagulation using aluminum electrodes*”.

1.4 Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi merupakan suatu proses destabilisasi suatu kontaminan dalam larutan dengan arus searah menggunakan elektroda. Proses elektrokoagulasi merupakan gabungan dari proses elektrokimia dan proses koagulasi-flokulasi (Susetyaningsih, 2008).

Elektroda dalam proses elektrokoagulasi merupakan salah satu alat untuk menghantarkan atau menyampaikan arus listrik ke dalam larutan agar larutan tersebut terjadi suatu reaksi (perubahan kimia). Kelebihan proses elektrokoagulasi untuk mengolah limbah cair adalah pada proses ini tidak ada penambahan bahan kimia. Elektroda tempat terjadi reaksi reduksi disebut katoda, sedangkan tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anoda. Elektroda yang digunakan dalam proses elektrokoagulasi ini adalah aluminium. Aluminium akan dipisahkan dari anoda dan gas hidrogen terbentuk pada katoda.

Berikut ini adalah gambar yang dapat menunjukkan interaksi/mekanisme yang terjadi di dalam reaktor elektrokoagulasi.

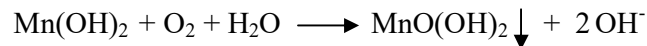
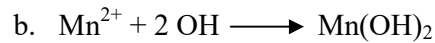
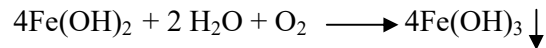


Sumber: Samosir, 2009

Gambar 1. Interaksi dalam Proses Elektrokoagulasi

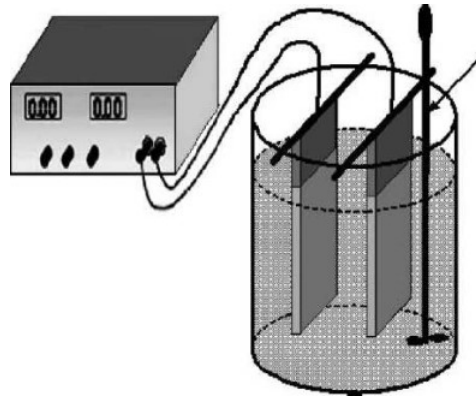
Proses ini dapat mengambil lebih dari 99% kation beberapa logam berat dan dapat juga membunuh mikroorganisme dalam air. Proses ini juga dapat mengendapkan koloid-koloid yang bermuatan dan menghilangkan ion-ion lain, koloid-koloid, dan emulsi-emulsi dalam jumlah yang signifikan (Mukimin, 2006)

Reaksi katodik yang terjadi pada bahan anorganik seperti besi (Fe^{3+}) dan Mangan (Mn^{4+}) yang terdapat dalam air limbah :



Ion OH^- pada proses reduksi akan bereaksi dengan ion Fe^{2+} dan ion Mn^{2+} , lalu senyawa yang terbentuk akan teroksidasi menjadi senyawa Besi (III) Hidroksida, dan senyawa Mangan Dihidroksida yang akan mengendap.

Dalam bentuk yang sederhana, reaktor elektrokoagulasi merupakan sel elektrokimia dengan sebuah anoda dan katoda. Ketika dihubungkan dengan sumber listrik, material anoda mengalami korosi akibat oksidasi sedangkan katoda menjadi subyek yang pasif seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Reaktor elektrokoagulasi

Pada proses elektrokimia akan terjadi pelepasan Al^{3+} dari plat anoda sehingga membentuk flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang mampu mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah.

Apabila dalam suatu elektrolit ditempatkan dua elektroda dan dialiri arus listrik searah, maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, di mana kation bergerak ke arah katoda dan menerima elektron sehingga

menimbulkan reaksi reduksi dan anion bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron sehingga menimbulkan reaksi oksidasi (Djajadiningrat, 2004).

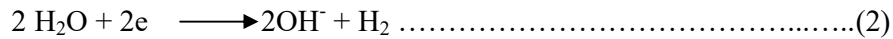
2.4.1 Reaksi pada elektrokoagulasi

a. Katoda

Ion H^+ dari suatu asam akan direduksi menjadi gas hidrogen yang akan bebas sebagai gelembung-gelembung gas.



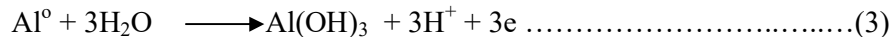
Senyawa yang mengalami reduksi adalah pelarut (air) dan terbentuk gas hidrogen (H_2) pada katoda.



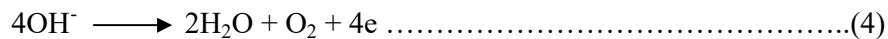
Kation mengalami hidrolisis di dalam air membentuk sebuah hidroksi dengan spesies dominan yang tergantung pada kondisi pH larutan.

b. Anoda

Anoda terbuat dari logam aluminium akan teroksidasi



Ion OH^- dari basa akan mengalami oksidasi membentuk gas oksigen (O_2)



Jika larutan mengandung ion-ion logam lain maka ion-ion logam akan direduksi menjadi logamnya dan terdapat pada batang katoda.

Contoh:



Dari reaksi tersebut, pada anoda akan dihasilkan gas, buih dan flok $Al(OH)_3$. Selanjutnya flok yang terbentuk akan mengikat logam Mn dan Fe yang ada di dalam limbah sehingga flok akan memiliki kecenderungan mengendap. Selanjutnya flok yang telah mengikat kontaminan Mn dan Fe tersebut akan mengendap dan sisa buih akan terpisahkan pada unit filtrasi (Susetyaningsih dkk, 2008).

2.4.2 Hukum Faraday

Hukum Faraday mengenai elektrolisis adalah sebagai berikut: Berat (w) logam yang terelektrolisis di permukaan katoda sebanding dengan jumlah muatan yang dilewatkan (q, coulomb) yang sebanding dengan kuat arus (I, ampere) dikali

waktu (t , detik), untuk jumlah muatan (It) berat logam yang terelektrolisis sebanding dengan ekivalen massa molar logam tersebut (M/nF).

Hukum Faraday mengenai elektrolisis di atas dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$W = \frac{M \cdot I \cdot t}{96500 \cdot n} \dots\dots\dots (6)$$

dengan

W : berat logam terlarutkan (g);

M : massa atom relative (g/mol);

I : arus (ampere);

n : valensi logam; dan

t : waktu (detik)

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian tahun pertama ini adalah:

1. Mengkaji karakteristik limbah cair yang dihasilkan dari berbagai industri di Palembang
2. Mengolah limbah cair hasil industri secara terpadu dengan metode elektrokoagulasi
3. Menentukan efektivitas metode elektrokoagulasi pada berbagai jenis limbah cair industri

3.2 Manfaat Penelitian

1. Hasil kajian tentang karakteristik limbah cair industri yang ada di Palembang dimanfaatkan sebagai dasar pertimbangan dalam pengelolaan lingkungan limbah cair
2. Dapat diketahui dampak keberadaan industri terhadap lingkungan di sekitarnya untuk kualitas air
3. Model pengelolaan limbah cair terpadu dapat meminimalkan dampak kerusakan lingkungan akibat adanya limbah cair yang dihasilkan oleh industri.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 10 bulan. Untuk proses pengolahan limbah dengan metode elektrokoagulasi secara batch akan dilakukan di laboratorium Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang. Sampel akan diambil di lokasi beberapa limbah cair yang dihasilkan industri seperti limbah cair dari industri tekstil, laundry, pelapisan logam, limbah domestik dan Tempat Akhir Pembuangan Sampah (TPA). Analisis untuk mengetahui kadar polutan yang meliputi pH, TSS, TDS, COD, BOD, kekeruhan dan warna serta kadar logam (baik sebelum maupun sesudah pengolahan) sebagian akan dilakukan di Laboratorium Balai Kesehatan Lingkungan Palembang.

Rincian pelaksanaan penelitian seperti tertera pada Tabel berikut ini:

Tabel 1. Rencana Kerja Penelitian

No.	Rencana Penelitian	Kegiatan
1.	Tahun I	1. Karakterisasi limbah cair industri di Palembang 2. Pengolahan limbah cair industri dengan metode elektrokoagulasi secara batch dan melihat efektivitas metode elektrokoagulasi dalam mengolah berbagai jenis limbah cair industry
2.	Tahun II	1. Pengolahan limbah cair industri secara terpadu dengan metode elektrokoagulasi sistem batch 2. Membuat model pengelolaan limbah cair industri secara terpadu agar dapat mendeteksi dan monitoring polutan dalam limbah cair yang terkoneksi dengan komputer
3.	Tahun III	1. Pengolahan limbah cair industri secara terpadu dengan metode elektrokoagulasi sistem kontinyu 2. Membuat model pengelolaan limbah cair industri secara terpadu agar dapat mendeteksi dan monitoring polutan dalam limbah cair secara kontinyu yang terkoneksi dengan komputer

4.2 Bahan-bahan yang digunakan

- Limbah cair dari berbagai industri
- Larutan buffer 7 dan 4
- Aquabidest
- Larutan standar Fe, Ci, Ni dan Mn
- Elektroda aluminium dan besi
- Pengaduk
- Pompa

4.3 Peralatan yang digunakan

- Spektrofotometer serapan atom (AAS)
- pH meter
- Botol sampel
- Cool box
- Voltmeter
- Reaktor Elektrokoagulasi

4.4 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Perlakuan dan rancangan percobaan dilakukan dengan cara sebagai berikut: Sampel limbah cair diambil dari buangan industri dengan menggunakan cara sampel sesaat (*grab* sampel). Pengukuran parameter limbah cair meliputi pH, TSS, TDS, COD, BOD, kekeruhan, warna dan kadar logam Fe, Ni, Cr dan Mn (Pergub Sumsel No. 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri, Hotel, Restoran, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara). Pengukuran parameter limbah cair dilakukan sebelum dan sesudah pengolahan.

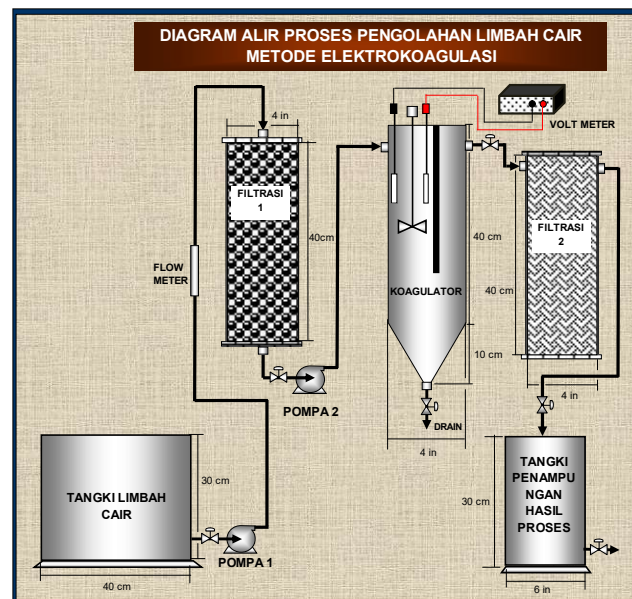
4.5 Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Karakterisasi dan identifikasi limbah cair industri

2. Pengambilan sampel dan pengukuran parameter limbah cair (pH, TSS, TDS, COD, BOD, kekeruhan, warna dan kadar logam berat) sebelum diolah di laboratorium
3. Mencari kondisi optimum proses elektrokoagulasi secara batch dengan memvariasikan arus dan waktu proses yaitu variasi arus 1,5 – 3, 0 Ampere dan waktu proses 60-120 menit dengan tegangan tetap 12 volt (acuan diperoleh dari proses batch pada penelitian sebelumnya)
4. Setelah diolah, diukur kembali parameter limbah cair tersebut.
5. Hasil pengukuran limbah cair setelah diolah secara elektrokoagulasi secara kontinyu akan dijadikan rujukan untuk pembuatan sistem pengelolaan limbah cair terpadu secara kontinyu.

Rangkaian proses pengolahan limbah cair dengan metode elektrokoagulasi secara kontinyu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir proses Pengolahan Limbah Cair dengan Metode Elektrokoagulasi secara Kontinyu

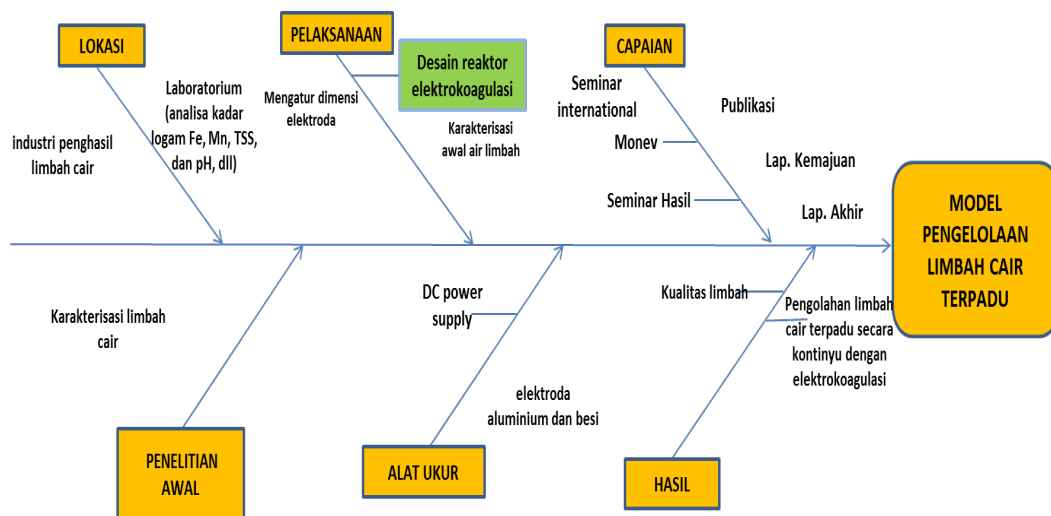
4.6 Model Pengelolaan Limbah Cair Terpadu

Model pengelolaan limbah cair terpadu ini dibuat untuk mendeteksi dan monitoring kondisi limbah sebelum dibuang ke perairan bebas. Monitoring ini

berfungsi untuk mengetahui secara in-situ kadar polutan yang ada apakah telah layak atau belum untuk dibuang ke perairan.

Monitoring dilakukan pada bak elektrokoagulasi, sehingga apabila kadar polutan masih tinggi maka air limbah terlebih dahulu diolah kembali dan apabila kadar polutan telah berada pada kadar yang diizinkan maka air tersebut dapat dibuang ke perairan.

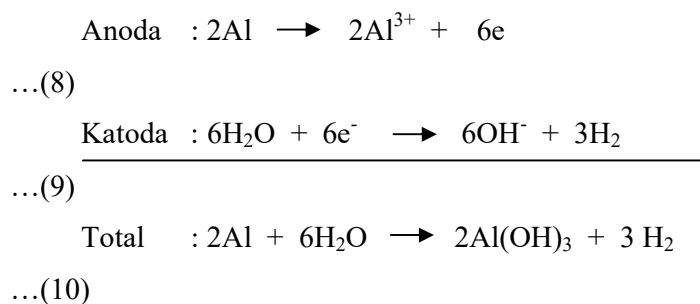
4.7 Diagram Alir Penelitian



BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Karakteristik Limbah Cair

Proses elektrokoagulasi dilakukan secara *batch* dengan variasi tegangan 6, 9 dan 12 volt serta waktu proses yaitu 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Proses elektrokoagulasi ini dimulai dari pembentukan *foam* yang berwarna putih namun lama-kelamaan *foam* tersebut berwarna kecokelatan akibat bahan terlarut yang menyebabkan keruhnya air dan membentuk gumpalan yang disebut dengan flok. Flok yang terbentuk tersebut lebih banyak mengapung di permukaan air, sedangkan flok di dasar air hanya sedikit yang terbentuk. Hal ini dikarenakan flok yang terbentuk ukurannya masih kecil. Fenomena ini terjadi dikarenakan terjadi reaksi pada anoda dan katoda, dimana reaksi yang berlangsung yaitu:



Flok dapat terbentuk akibat adanya koagulan (Al(OH)_3) sehingga sampel limbah cair domestik yang mulanya berwarna keruh menjadi jernih. Flok tersebut dianalogikan sebagai bahan-bahan pencemar yang terdapat di dalam sampel limbah cair domestik. Setelah didapatkan limbah cair domestik yang jernih kemudian dilakukan karakterisasi awal dan akhir terhadap limbah cair domestik.

5.1.1 Karakterisasi Awal Limbah Cair Domestik

Sampel limbah cair domestik diperoleh dari daerah Sekip, Kota Palembang, Sumatera Selatan. Karakterisasi awal limbah cair domestik dilakukan sebelum

proses pengolahan dengan proses elektrokoagulasi dengan mengukur nilai pH, TSS, BOD₅, COD, PO₄, minyak dan lemak serta kadar *detergent*. Hasil karakterisasi awal limbah cair domestik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakterisasi Awal Limbah Cair Domestik

Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu*	Metode Pemeriksaan
pH	-	5,13	6 - 9	SNI 06-6989.11-2004
TSS	mg/L	120	100	SNI 06-6898.3-2004
BOD ₅	mg/L	26,5	100	SNI 06-2503-1991
COD	mg/L	87	-	SNI 6989.2-2009
PO ₄	mg/L	1,997	-	SNI 06-6989.31-2004
Minyak dan Lemak	mg/L	2,16	10	SNI 06-6989.10-2004
Kadar <i>Detergent</i>	mg/L	0,052	-	SNI 06-6989.10-2004

Sumber: *Pergub Sumsel No.08 Tahun 2012

5.1.2 Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit

Analisa awal dilakukan pada limbah cair kelapa sawit yang diambil dari permukaan pipa keluaran awal limbah kelapa sawit di PT. Mitra Ogan, Baturaja. Analisa dilakukan sebelum proses pengolahan dengan metode elektrokoagulasi dengan menganalisa COD, BOD₅, pH, TSS, minyak/lemak, dan NH₃-N. Hasil analisis terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Limbah Cair Kelapa Sawit Sebelum Pengolahan

No.	Jenis Analisa	Baku Mutu	Hasil Analisa
1.	BOD ₅ (mg/L)	100	120,6
2.	COD (mg/L)	350	450
3.	TSS (mg/L)	250	120
4.	Minyak/lemak (mg/L)	25	473,5
5.	NH ₃ -N (mg/L)	20	3,73
6.	pH	6,0 - 9,0	4,48

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1995

5.1.3 Karakterisasi Limbah *Laundry*

Analisis awal dilakukan pada limbah *laundry* yang diambil dari daerah Bukit, Kota Palembang, Sumatera Selatan. Analisis dilakukan sebelum proses pengolahan dengan metode elektrokoagulasi dengan menganalisis nilai pH, TSS, BOD₅, COD, PO₄ dan deterjen. Hasil analisis awal dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakterisasi Limbah *Laundry*

No.	Parameter	Hasil Analisa Awal	Baku Mutu	Metode Analisis
1.	pH	7,28	6-9*	SNI 06-6989.11-2004
2.	TSS (mg/L)	100	100*	SNI 06-6989.3-2004
3.	BOD ₅ (mg/L)	34,5	75*	SNI 06-2503-1991
4.	COD (mg/L)	110	150*	SNI 6989.2-2009
5.	PO ₄ (mg/L)	0,199	5**	SNI 06-6989.31.2004
6.	Kadar Deterjen (mg/L)	0,035	-	SNI 06-6989.10-2004

Sumber: *Pergub No.69 Tahun 2013

**PP No. 82 Tahun 2001

5.1.4 Karakteristik Limbah Cair Tahu sebelum Pengolahan

Analisis awal dilakukan pada limbah cair tahu yang diambil dari industri rumahan tahu di daerah Kauman, Kelurahan Plaju Darat, Palembang. Analisis dilakukan sebelum proses pengolahan dengan metode elektrokoagulasi dengan menganalisis nilai pH, Fe, TSS, NH₃-N, BOD₅, dan COD. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik limbah cair tahu sebelum pengolahan

No	Jenis Analisis	Hasil Analisis	Baku Mutu	Metode Pemeriksaan
1.	pH	4,94	5-9	SNI 06-6989.11-2004
2.	Fe (mg/L)	1,92	5	SNI 6989.4:2009
3.	TSS (mg/L)	160	50	SNI 06-6989.3-2004
4.	NH ₃ -N (mg/L)	2,75	30	SNI 06-2479-1991
5.	BOD ₅ (mg/L)	85	75	SNI 06-2503-1991
6.	COD (mg/L)	165	100	SNI 6989.2-2009

Sumber: Standar Baku Mutu Lingkungan berdasarkan Pergub Sumsel No. 16 Tahun 2012

5.1.5 Karakteristik Lindi Sampah

Analisis dilakukan pada lindi sampah yang diambil dari TPA Sukawinatan, Palembang. Analisis dilakukan sebelum proses pengolahan dengan metode elektrokoagulasi dengan menganalisa nilai pH, TSS, BOD₅, COD, Pb, NH₃-N. Hasil analisis terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Lindi Sampah Sebelum Pengolahan

No.	Jenis Analisis	Baku Mutu	Hasil Analisis
1.	pH	6 – 9	8,03
2.	TSS (mg/L)	200	112,6
3.	BOD ₅ (mg/L)	50	415
4.	COD (mg/L)	100	1304
5.	Kadar Pb (mg/L)	0,1	0,08
6.	Kadar NH ₃ -N (mg/L)	1	2,4

Sumber : Standar Baku Mutu Lingkungan berdasarkan Pergub Sumsel No. 8 Tahun 2012.

5.2 Efektivitas pengolahan Limbah Cair dengan Metode Elektrokoagulasi

5.2.1 Efektivitas Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Cair Domestik

a. Karakterisasi Limbah Cair Domestik setelah Pengolahan

Karakterisasi akhir ini dilakukan untuk mengetahui kondisi optimum terhadap limbah cair domestik dengan variasi tegangan dan waktu proses dalam kenaikan nilai pH dan penurunan nilai TSS, BOD₅, COD, PO₄, minyak dan lemak serta kadar *detergent* dengan cara membandingkan hasil karakterisasi awal limbah cair domestik dengan karakterisasi akhir dari masing-masing perlakuan sehingga dapat diketahui kondisi optimum yang mempunyai nilai penyisihan polutan tertinggi.

Hasil karakterisasi limbah cair domestik yang telah diolah menggunakan proses elektrokoagulasi berdasarkan variasi tegangan pada berbagai waktu proses dapat dilihat pada Tabel 7, 8 dan 9.

Tabel 7. Hasil Analisis Limbah Cair Domestik dengan Tegangan 6 Volt

Waktu (menit)	Parameter						Kadar <i>Detergent</i> (mg/L)
	pH	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	Minyak dan Lemak (mg/L)	
30	5,98	90	24	80	1,893	1,72	0,04
60	6,21	80	21,6	75	1,586	1,412	0,04
90	6,38	80	19,5	70	1,484	1,411	0,037
120	6,66	60	19	69	1,382	1,24	0,035
150	7,19	50	18,5	67	1,322	1,185	0,03

Tabel 8. Hasil Analisis Limbah Cair Domestik dengan Tegangan 9 Volt

Waktu (menit)	Parameter						
	pH	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	Minyak dan Lemak (mg/L)	Kadar <i>Detergent</i> (mg/L)
30	6,23	80	19	75	1,789	1,215	0,03
60	6,37	60	17,6	59	1,584	1,213	0,03
90	6,44	60	16	46	1,377	1,198	0,025
120	7,8	50	14	42	1,273	1,192	0,02
150	10,26	40	12,5	37	1,171	1,1012	0,02

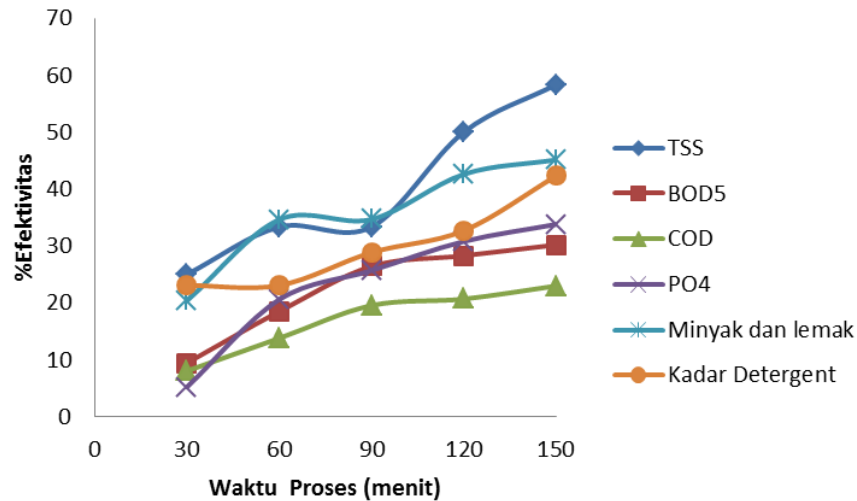
Tabel 9. Hasil Analisis Limbah Cair Domestik dengan Tegangan 12 Volt

Waktu (menit)	Parameter						
	pH	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	Minyak dan Lemak (mg/L)	Kadar <i>Detergent</i> (mg/L)
30	7,18	80	13	65	1,583	1,415	0,036
60	7,68	70	12	45	1,379	0,93	0,031
90	9,08	50	10	33	1,372	0,89	0,025
120	9,79	40	10	32	1,168	0,871	0,016
150	9,98	30	9	31	1,062	0,855	0,009

b. Efektivitas Proses Elektrokoagulasi dalam Mengolah Limbah Cair Domestik

Efektivitas proses elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair domestik diperoleh kondisi optimum dengan tegangan 12 volt dan waktu proses 150 menit dalam menaikkan nilai pH dan penurunan nilai TSS, BOD₅, COD, PO₄, minyak dan lemak serta kadar *detergen*. Semakin besar tegangan maka kuat arus yang mengalir juga semakin besar. Semakin besar kuat arus dan semakin lama waktu proses yang digunakan maka hasil dari suatu reaksi kimia yang dikehendaki juga akan semakin bertambah.

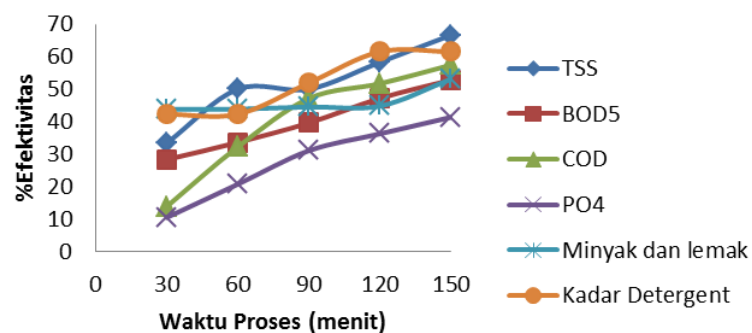
c. Efektivitas Proses Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Tegangan 6 Volt



Gambar 4. Efektivitas Proses Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Tegangan 6 Volt

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa efektivitas proses elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair domestik terhadap penurunan dengan semakin lamanya waktu proses semakin mengalami peningkatan. Pada tegangan 6 volt proses elektrokoagulasi ini efektif dalam menurunkan nilai TSS hingga 58,33%, sedangkan efektivitas terendah pada tegangan 6 volt yaitu untuk menurunkan nilai PO_4 sebesar 5,21%.

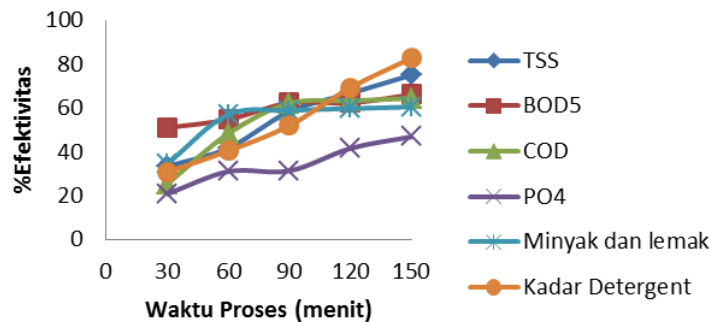
d. Efektivitas Proses Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Tegangan 9 Volt



Gambar 5. Efektivitas Proses Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Tegangan 9 Volt

Dilihat dari Gambar 5 efektivitas proses elektrokoagulasi terhadap waktu pada tegangan 9 Volt efektif dalam menurunkan nilai TSS hingga 66,67% penurunan tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan tegangan 6 volt sedangkan efektivitas terendah pada tegangan 9 volt ini yaitu dalam menurunkan nilai PO_4 sebesar 10,42%. Efektivitas terendah ini sama seperti tegangan 6 volt tetapi penurunan ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penurunan untuk nilai PO_4 pada tegangan 6 Volt. Tegangan yang besar mempengaruhi efektivitas elektrokoagulasi dalam menurunkan kadar polutan pada limbah, karena tegangan yang semakin tinggi dan waktu proses yang semakin lama menyebabkan penurunan hasil reaksi dalam proses elektrokoagulasi akan semakin bertambah.

e. Efektivitas Proses Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Tegangan 12 Volt



Gambar 6. Efektivitas Proses Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Tegangan 12 Volt

Pada tegangan 12 Volt efektivitas elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair domestik lebih tinggi dibandingkan dengan tegangan 6 dan 9 Volt. Efektivitas elektrokoagulasi ini masih efektif dalam menurunkan kadar *detergent* yaitu sebesar 80,69% dan efektivitas terendah yaitu menurunkan nilai PO_4 sebesar 20,73%. Semakin besar tegangan maka kuat arus yang mengalir juga semakin besar. Semakin lama waktu proses elektrolisis dan semakin besar kuat arus yang digunakan hasil dari suatu reaksi kimia yang dikehendaki juga akan semakin bertambah.

5.2.2 Efektivitas Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan dan waktu proses yang terbaik dalam hal kenaikan nilai pH dan penurunan nilai COD, BOD₅, TSS, minyak/lemak, dan kadar NH₃-N dengan cara membandingkan hasil analisis akhir dari masing-masing perlakuan dengan analisis awal sehingga dapat diketahui kondisi yang paling efektif yang mempunyai nilai penyisihan polutan tertinggi.

Hasil analisis limbah cair kelapa sawit yang telah diolah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi berdasarkan pengaruh tegangan pada berbagai waktu proses dapat dilihat pada Tabel 10-12.

Tabel 10. Hasil Analisis Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Variasi Tegangan 6 V

Waktu (menit)	COD (mg/L)	BOD₅ (mg/L)	TSS (mg/L)	Minyak/lemak (mg/L)	NH₃-N (mg/L)	pH
30	400	110,5	120	402,9	2,75	4,39
60	320	99,7	100	317,5	1,45	4,55
90	100	89,6	300	106,7	1,11	4,83
120	100	31,8	100	2,03	1,53	4,70
150	80	24,5	100	1,91	2,00	4,67

Tabel 11. Hasil Analisis Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Variasi Tegangan 9 V

Waktu (menit)	COD (mg/L)	BOD₅ (mg/L)	TSS (mg/L)	Minyak/lemak (mg/L)	NH₃-N (mg/L)	pH
30	150	3	120	2,72	2,38	4,55
60	300	95,7	340	12,06	2,21	4,77
90	325	98,7	520	19,6	2,44	4,55
120	250	86,5	600	2,71	2,45	4,68
150	200	70,3	520	1,38	2,75	4,71

Tabel 12. Hasil Analisis Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Variasi Tegangan 12 V

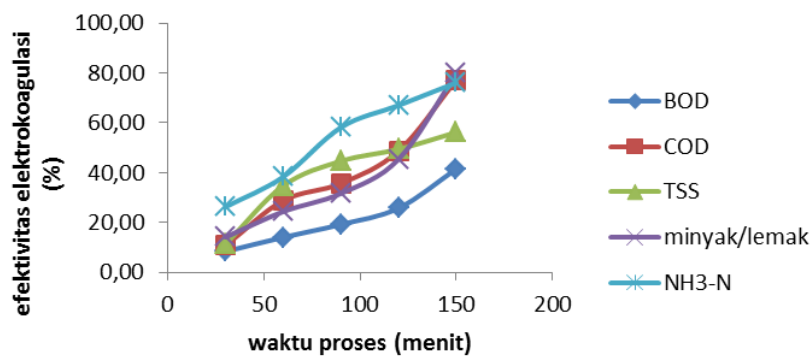
Waktu (menit)	COD (mg/L)	BOD₅ (mg/L)	TSS (mg/L)	Minyak/lemak (mg/L)	NH₃-N (mg/L)	pH
30	200	70,5	100	18,3	2,14	6,10
60	150	50	80	14,5	2,25	6,15
90	120	35	120	10,7	1,75	6,21
120	90	30	160	6,72	0,31	6,03
150	200	70,5	180	16,8	1,71	5,49

a. Efektivitas Metode Elektrokoagulasi dalam Mengolah Limbah Cair Kelapa Sawit

Efektivitas metode elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair kelapa sawit dengan parameter penurunan nilai COD, BOD₅, TSS, minyak/lemak, dan kadar NH₃-N serta kenaikan nilai pH pada percobaan bervariasi. Penurunan COD dan minyak/lemak yang paling baik pada tegangan 6 Volt dengan waktu proses 150 menit yaitu 80 mg/L dan 2 mg/L. Penurunan BOD₅ yang paling baik pada tegangan 9 Volt dengan waktu proses 30 menit yaitu 3 mg/L. Penurunan TSS yang paling baik pada tegangan 12 Volt dengan waktu proses 60 menit yaitu 80 mg/L. Penurunan kadar NH₃-N yang paling baik pada tegangan 12 Volt dengan waktu proses 120 menit yaitu 0,31 mg/L. Kenaikan pH yang paling baik pada tegangan 12 Volt dengan waktu proses 90 menit yaitu 6,21.

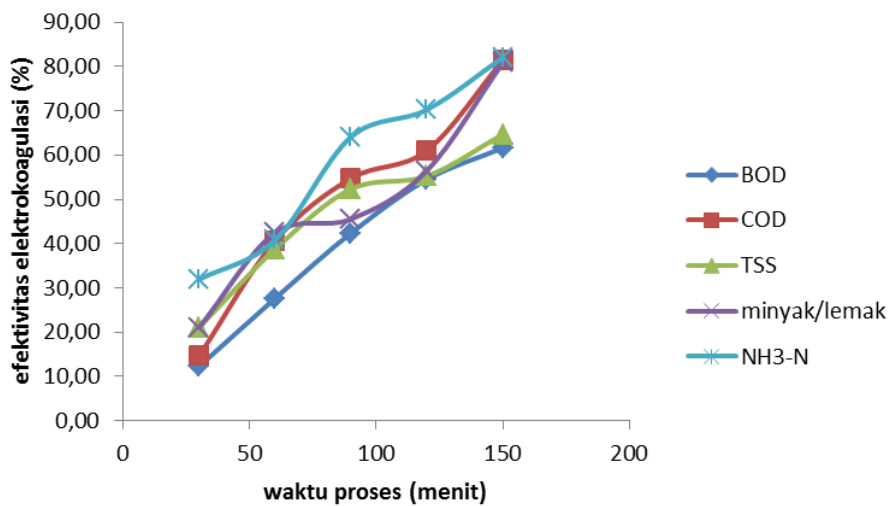
Di bawah akan ditunjukkan grafik efektivitas elektrokoagulasi terhadap waktu proses pada tegangan 6 Volt, 9 Volt, dan 12 Volt dengan perbandingan antara nilai COD, BOD₅, pH, TSS, minyak/lemak, dan kadar NH₃-N.

b. Efektivitas Elektrokoagulasi Terhadap Waktu Proses pada Tegangan 6 Volt



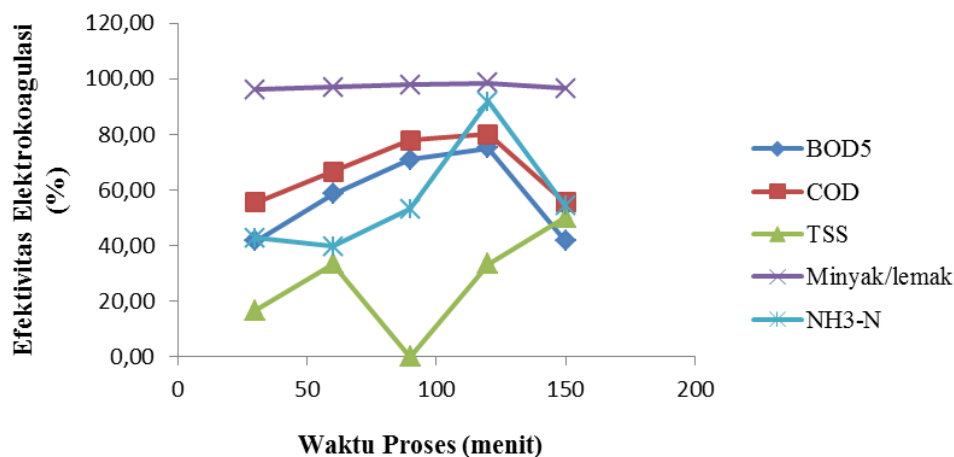
Gambar 7. Grafik Efektivitas Elektrokoagulasi Terhadap Waktu Proses pada Tegangan 6 Volt

c. Efektivitas Elektrokoagulasi Terhadap Waktu Proses pada Tegangan 9 Volt



Gambar 8. Grafik Efektivitas Elektrokoagulasi Terhadap Waktu Proses pada Tegangan 9 Volt

d. Efektivitas Elektrokoagulasi Terhadap Waktu Proses pada Tegangan 12 Volt



Gambar 9. Grafik Efektivitas Elektrokoagulasi Terhadap Waktu Proses pada Tegangan 12 Volt

Metode elektrokoagulasi dapat digunakan dalam melakukan pengolahan limbah cair kelapa sawit sehingga mampu mengurangi kadar polutan yang terdapat pada limbah cair kelapa sawit. Setelah melakukan pengolahan dapat terlihat bahwa polutan yang terdapat di dalam limbah mengalami penurunan, untuk nilai COD efektivitasnya sebesar 82,22% dari sampel awal 450 mg/L menjadi 80 mg/L. Nilai BOD₅ efektivitasnya sebesar 97,51% dari sampel awal 120,6 mg/L menjadi 3 mg/L dan nilai TSS efektivitasnya sebesar 33,33% dari sampel awal 120 mg/L menjadi 80 mg/L. Untuk minyak/lemak efektivitasnya sebesar 99,58% dari sampel awal 473,5 mg/L menjadi 2 mg/L dan untuk kadar NH₃-N efektivitasnya sebesar 91,69% dari sampel awal 3,73 mg/L menjadi 0,31 mg/L. Untuk nilai pH efektivitasnya sebesar 38,62% dari sampel awal 4,48 menjadi 6,21.

Metode elektrokoagulasi ini mampu menurunkan parameter-parameter pada limbah cair kelapa sawit sehingga sudah memenuhi baku mutu untuk kemudian dibuang ke lingkungan sehingga tidak berbahaya lagi.

5.2.3 Efektivitas Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Laundry

a. Karakterisasi Limbah *Laundry* setelah Pengolahan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan dan waktu proses yang terjadi untuk kenaikan nilai pH dan penurunan nilai TSS, BOD₅, COD, PO₄ dan deterjen dengan cara membandingkan hasil analisis akhir dari masing-masing perlakuan dengan hasil analisis awal sehingga dapat diketahui kondisi yang paling efektif yang mempunyai nilai penyisihan polutan tertinggi.

Hasil analisis limbah *laundry* yang telah diolah dengan menggunakan proses elektrokoagulasi berdasarkan pengaruh tegangan pada berbagai waktu proses dapat dilihat pada Tabel 13, 14 dan 15.

Tabel 13. Hasil Analisis Limbah *Laundry* dengan Variasi Tegangan 6 Volt

Waktu (Menit)	pH	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	Kadar Deterjen (mg/L)
30	8,91	80	14,5	56	0,197	0,029
60	9,38	120	0,413	30	0,318	0,016
90	9,74	140	9,7	29	0,317	0,02
120	10,04	100	35,6	89	0,196	0,03
150	10,44	60	34,8	87	0,195	0,03

Tabel 14. Hasil Analisis Limbah *Laundry* dengan Variasi Tegangan 9 Volt

Waktu (Menit)	pH	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	Kadar Deterjen (mg/L)
30	8,76	100	13,5	50	0,195	0,022
60	9,86	100	9,75	35	0,316	0,052
90	9,94	120	8,25	31	0,352	0,044
120	9,88	100	36	90	0,97	0,03
150	10,06	140	28,3	85	0,193	0,026

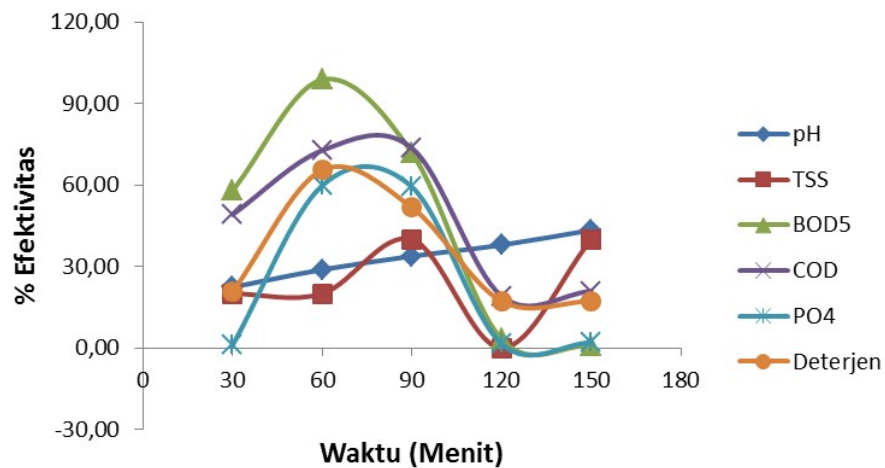
Tabel 15. Hasil Analisis Limbah *Laundry* dengan Variasi Tegangan 12 Volt

Waktu (Menit)	pH	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	PO ₄ (mg/L)	Kadar Deterjen (mg/L)
30	9,74	140	7,65	29	0,361	0,061
60	10,34	120	31	98	0,342	0,037
90	10,52	140	35,6	95	0,198	0,03
120	10,58	120	27,6	83	0,191	0,025
150	10,69	120	31,6	79	0,182	0,021

c. Efektivitas Proses Elektrokoagulasi dalam Mengolah Limbah *Laundry*

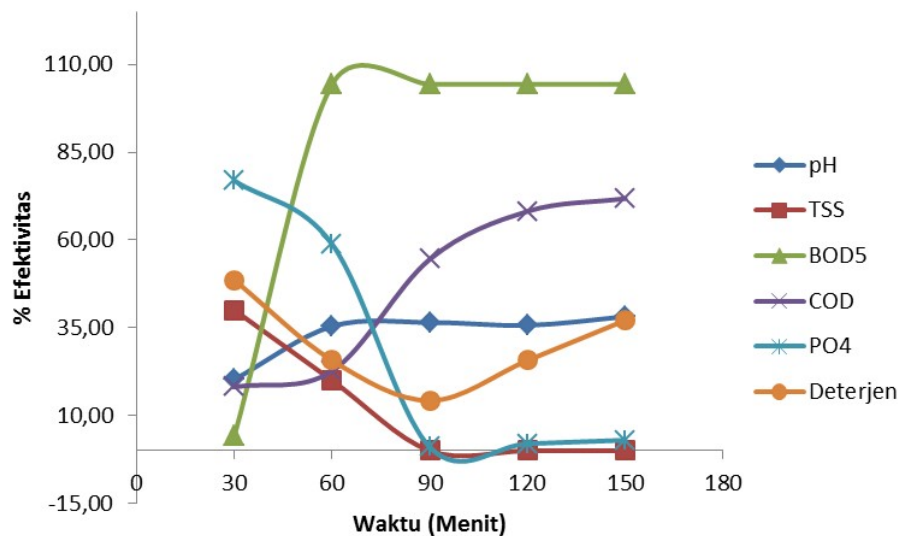
Kondisi terbaik untuk mengolah limbah *laundry* dengan proses elektrokoagulasi ialah pada tegangan 6 volt dengan waktu proses 150 menit, karena pada proses ini terjadi kenaikan persen efektivitas untuk penurunan BOD₅, COD dan kadar deterjen.

d. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 6 Volt



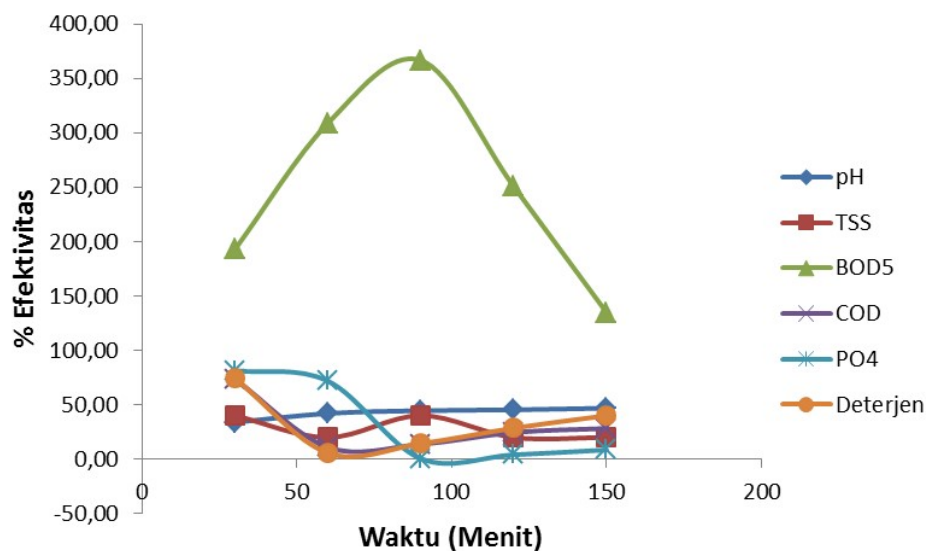
Gambar 10. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 6 Volt

e. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 9 Volt



Gambar 11. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 9 Volt

f. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 12 Volt



Gambar 12. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu pada Tegangan 12 Volt

5.2.4 Efektivitas Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Cair Tahu

a. Karakteristik Limbah Cair Tahu sesudah Pengolahan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan dan waktu proses yang terbaik dalam hal kenaikan pH dan penurunan nilai Fe, TSS, $\text{NH}_3\text{-N}$, BOD_5 , dan COD dengan cara membandingkan hasil analisis akhir dari masing-masing perlakuan dengan hasil analisis awal, sehingga dapat diketahui kondisi paling efektif yang mempunyai nilai penyisihan polutan tertinggi.

Hasil analisis limbah cair tahu yang telah diolah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi berdasarkan pengaruh variasi tegangan dan waktu proses pada Tabel 16.

Tabel 16. Karakteristik limbah cair tahu sesudah pengolahan

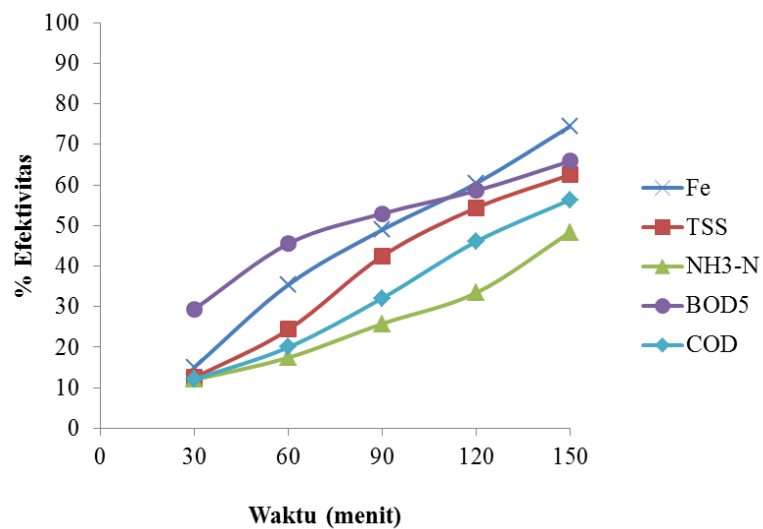
Tegangan (Volt)	Waktu (menit)	pH	Fe (mg/L)	TSS (mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	BOD_5 (mg/L)	COD (mg/L)
Baku mutu limbah		7	5	50	30	75	100
6	30	4,98	1,63	140	2,42	60	145
	60	5,12	1,24	121	2,27	46,3	132
	90	5,31	0,98	92	2,04	40	112
	120	5,54	0,76	73	1,83	35,2	89
	150	5,82	0,49	60	1,42	29	72

9	30	5,12	1,24	124	2,14	50	132
	60	5,34	0,79	98	1,83	38	116
	90	5,55	0,5	72	1,51	30	93
	120	5,82	0,34	58	1,34	28,1	72
	150	6,21	0,25	40	1,02	24,2	58
12	30	5,28	0,82	103	1,82	39	121
	60	5,58	0,41	77	1,32	27	98
	90	5,92	0,3	60	1,02	23,8	73
	120	6,35	0,21	45	0,68	21,2	61
	150	6,75	0,12	30	0,37	17,4	48

b. Efektivitas Elektrokoagulasi dalam Mengolah Limbah Cair Tahu

Efektivitas metode elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair tahu dengan parameter penurunan kadar Fe, TSS, COD, BOD₅, dan NH₃-N serta kenaikan nilai pH pada percobaan ini terjadi pada tegangan 12 Volt dan waktu proses 150 menit. Semakin besar tegangan maka kuat arus yang mengalir juga semakin besar. Baik waktu elektrolisis atau pun arus listrik merupakan komponen dasar elektrolisis yang diteliti oleh *Michael Faraday*. Semakin lama waktu proses elektrolisis dan semakin besar kuat arus yang digunakan hasil dari suatu reaksi kimia yang dikehendaki juga akan semakin bertambah.

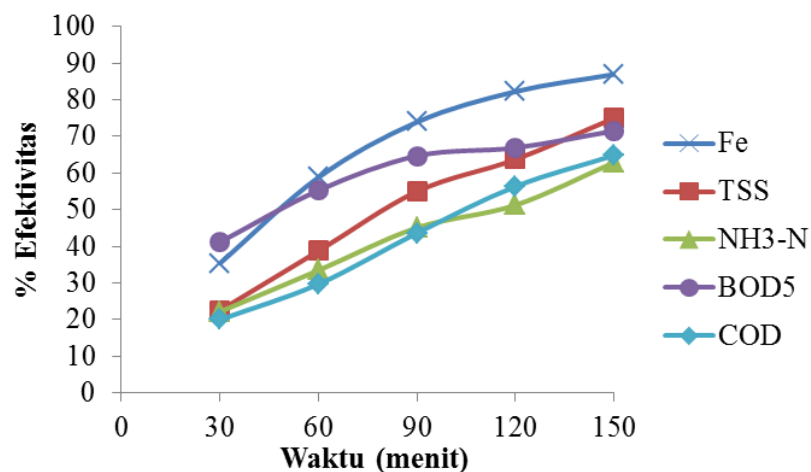
c. Efektivitas elektrokoagulasi terhadap waktu pada tegangan 6 Volt



Gambar 13. Efektivitas elektrokoagulasi terhadap waktu pada tegangan 6 Volt

Pada Gambar 13, dapat dilihat bahwa efektivitas metode elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair tahu terhadap penurunan kadar Fe, TSS, $\text{NH}_3\text{-N}$, BOD_5 , dan COD dengan semakin lamanya waktu proses elektrokoagulasi. Metode elektrokoagulasi efektif dalam menurunkan kadar Fe hingga 74,48%, sedangkan efektivitas terendah pada tegangan 6 Volt yaitu $\text{NH}_3\text{-N}$ sebesar 48.36%.

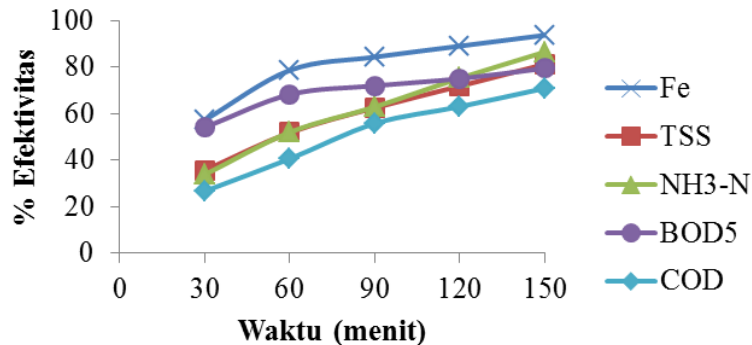
d. Efektivitas elektrokoagulasi terhadap waktu pada tegangan 9 Volt



Gambar 14. Efektivitas elektrokoagulasi terhadap waktu pada tegangan 9 Volt

Efektivitas metode elektrokoagulasi terhadap waktu pada tegangan 9 Volt efektif dalam menurunkan kadar Fe hingga 86,98%. Penurunan tersebut lebih besar dibandingkan dengan tegangan 6 Volt. Sama seperti tegangan 6 Volt, efektivitas elektrokoagulasi dalam menurunkan kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ terendah yaitu 51,27%, tetapi lebih besar jika dibandingkan dengan tegangan 6 Volt. Tegangan yang besar mempengaruhi efektivitas elektrokoagulasi dalam menurunkan kadar polutan pada limbah, karena tegangan yang tinggi dan waktu proses yang lama menyebabkan penurunan hasil reaksi dalam proses elektrokoagulasi.

e. Efektivitas elektrokoagulasi terhadap waktu pada tegangan 12 Volt



Gambar 15. Efektivitas elektrokoagulasi terhadap waktu pada tegangan 12 Volt

Pada tegangan 12 Volt efektivitas elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair tahu meningkat jika dibandingkan dengan tegangan 6 Volt dan 9 Volt. Penurunan kadar Fe tertinggi hingga 93,75%. Efektivitas penurunan kadar NH₃-N terendah pada tegangan 6 Volt dan 9 Volt, tetapi pada tegangan 12 Volt efektif menurunkan kadar NH₃-N hingga 86,55%. Efektivitas terendah pada tegangan 12 Volt dalam menurunkan kadar COD yaitu 70,91%. Semakin besar tegangan maka kuat arus yang mengalir juga semakin besar. Semakin lama waktu proses elektrolisis dan semakin besar kuat arus yang digunakan hasil dari suatu reaksi kimia yang dikehendaki juga akan semakin bertambah.

5.2.5 Efektivitas Elektrokoagulasi Pengolahan Lindi Sampah

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi rapat arus dan waktu proses yang terbaik dalam hal kenaikan nilai pH dan penurunan nilai TSS, BOD₅, COD, kadar Pb dan kadar NH₃-N dengan cara membandingkan hasil analisis akhir dari masing-masing perlakuan dengan hasil analisis awal sehingga dapat diketahui kondisi yang paling efektif yang mempunyai nilai penyisihan polutan tertinggi.

Hasil analisis lindi sampah yang telah diolah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi berdasarkan pengaruh rapat arus pada berbagai waktu proses dapat dilihat pada Tabel 17-20.

Tabel 17. Hasil Analisis Lindi Sampah dengan Variasi Rapat Arus 30 A/m²

Waktu (Menit)	pH	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	Kadar Pb (mg/L)	Kadar NH ₃ -N (mg/L)
15	8,03	98,8	158,5	502	0,08	1,1
30	8,71	79,4	138,5	454	0,07	1,02
45	8,75	65,8	122,7	431	0,07	1,02
60	8,89	59,9	119	342	0,03	1,01

Tabel 18. Hasil Analisis Lindi Sampah dengan Variasi Rapat Arus 50 A/m²

Waktu (Menit)	pH	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	Kadar Pb (mg/L)	Kadar NH ₃ -N (mg/L)
15	8,72	103,2	248	761	0,07	1,14
30	8,85	83,2	155,5	535	0,07	1,08
45	8,87	82	134	520	0,06	1,07
60	8,95	76,2	127,4	431	0,05	1,05

Tabel 19. Hasil Analisis Lindi Sampah dengan Variasi Rapat Arus 70 A/m²

Waktu (Menit)	pH	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	Kadar Pb (mg/L)	Kadar NH ₃ -N (mg/L)
15	8,48	105,7	248	750	0,05	1,49
30	8,74	75,2	165	530	0,05	1,09
45	8,77	71,3	155	501	0,04	1,09
60	8,85	70,3	145	459	0,04	1,04

Tabel 20. Hasil Analisis Lindi Sampah dengan Variasi Rapat Arus 90 A/m²

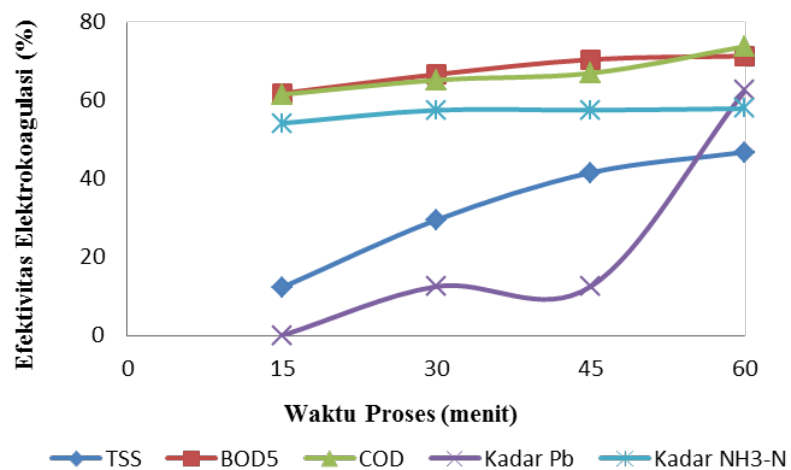
Waktu (Menit)	pH	TSS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	Kadar Pb (mg/L)	Kadar NH ₃ -N (mg/L)
15	8,48	105,7	297	920	0,05	1,84
30	8,54	98,3	248	750	0,05	1,76
45	8,57	97	227	678	0,05	1,66
60	8,78	89,7	214	653	0,04	1,34

Efektivitas metode elektrokoagulasi dalam mengolah lindi sampah dengan parameter penurunan kadar TSS, BOD₅, COD, kadar Pb dan kadar NH₃-N serta kenaikan nilai pH pada percobaan bervariasi. Penurunan TSS yang paling baik pada rapat arus 30 A/m² dengan waktu proses 60 menit yaitu 59,9 mg/L. Penurunan BOD₅ dan COD yang paling baik pada rapat arus 30 A/m² dengan waktu proses 60

menit yaitu 119 mg/L dan 342 mg/L. Penurunan kadar Pb dan kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ yang paling baik pada rapat arus 30 A/m^2 dengan waktu proses 60 menit yaitu 0,03 mg/L dan 1,01 mg/L. Kenaikan nilai pH yang baik pada rapat arus 50 A/m^2 dengan waktu 60 menit yaitu 8,95.

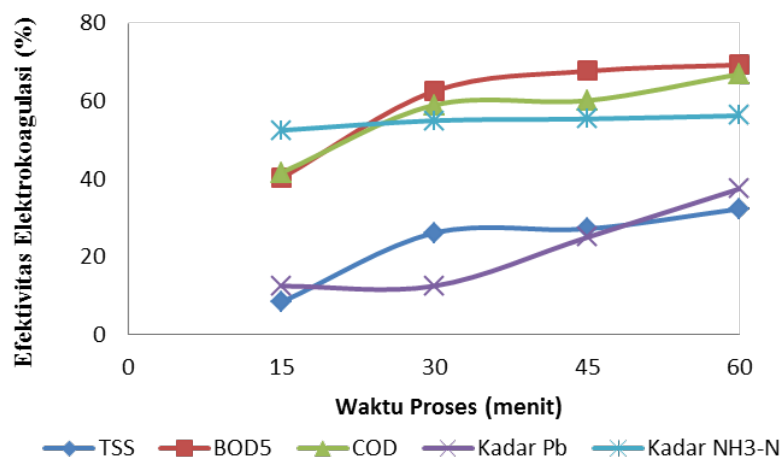
Di bawah akan ditunjukkan grafik efektivitas elektrokoagulasi terhadap waktu proses pada rapat arus 30 A/m^2 , 50 A/m^2 , 70 A/m^2 , dan 90 A/m^2 dengan perbandingan antara TSS, BOD_5 , COD, kadar Pb, dan kadar $\text{NH}_3\text{-N}$, serta akan memperlihatkan efektivitas antara penurunan BOD_5 , COD, dan kadar $\text{NH}_3\text{-N}$.

a. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Rapat Arus 30 A/m^2



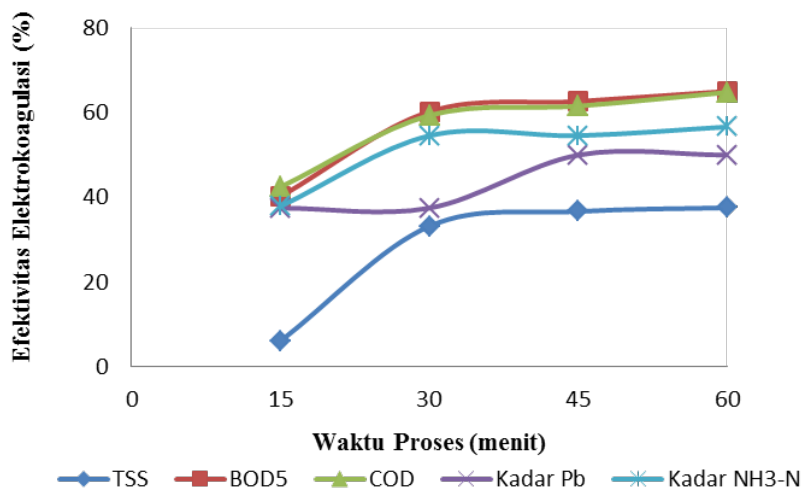
Gambar 16. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Rapat Arus 30 A/m^2

b. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Rapat Arus 50 A/m^2



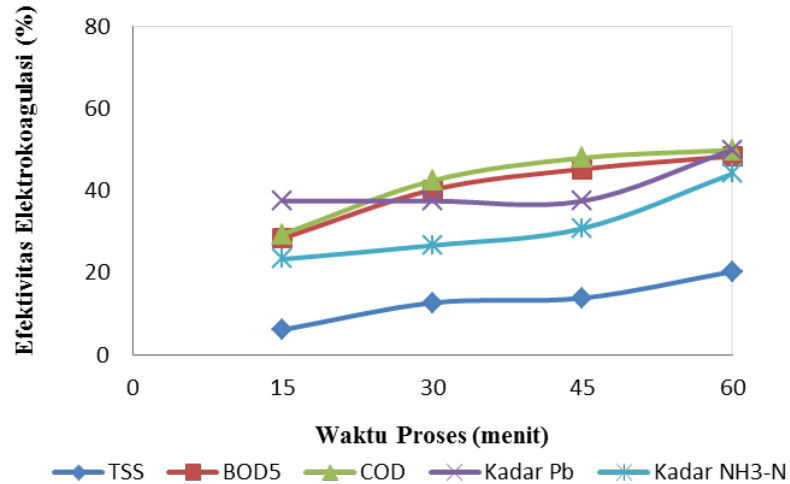
Gambar 17. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Rapat Arus 50 A/m^2

c. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Rapat Arus 70 A/m^2



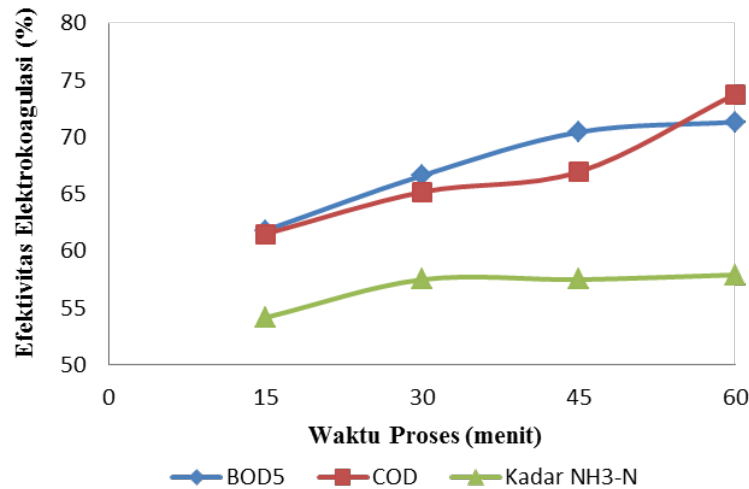
Gambar 18. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Rapat Arus 70 A/m^2

d. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Rapat Arus 90 A/m^2



Gambar 19. Efektivitas Elektrokoagulasi terhadap Waktu Proses pada Rapat Arus 90 A/m^2

e. Efektivitas Elektrokoagulasi dan Waktu Proses terhadap Nilai BOD_5 , COD, dan Kadar $\text{NH}_3\text{-N}$



Gambar 20. Efektivitas Elektrokoagulasi dan Waktu Proses terhadap Nilai BOD_5 , COD, dan Kadar $\text{NH}_3\text{-N}$

Penurunan polutan yang terdapat pada lindi sampah dapat dilakukan dengan metode elektrokoagulasi. Setelah melakukan pengolahan dapat terlihat bahwa polutan yang terdapat di dalam limbah mengalami penurunan, untuk nilai TSS efektivitasnya sebesar 46,80% dari sampel awal 112,6 mg/L menjadi 59,9 mg/L. Nilai BOD₅ efektivitasnya sebesar 71,33% dari sampel awal 415 mg/L menjadi 119 mg/L dan nilai COD efektivitasnya sebesar 73,77% dari sampel awal 1304 mg/L menjadi 342 mg/L. Untuk kadar Pb efektivitasnya sebesar 62,5% dari sampel awal 0,08 mg/L menjadi 0,03 mg/L dan kadar NH₃-N efektivitasnya sebesar 57,92% dari sampel awal 2,4 mg/L menjadi 1,01 mg/L.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengolahan limbah cair tahu dengan metode elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium didapatkan data perbandingan nilai parameter pH, Fe, TSS, COD, BOD₅, dan NH₃-N sebelum dan sesudah diolah pada data di bawah ini:

		Analisa Awal	-	Analisa Akhir
pH	= 4,94	pH	=	6,75
Fe	= 1,92 mg/L	Fe	=	0,12 mg/L
TSS	= 160 mg/L	TSS	=	30 mg/L
COD	= 165 mg/L	COD	=	48 mg/L
BOD ₅	= 85 mg/L	BOD ₅	=	17,4 mg/L
NH ₃ -N	= 2,75 mg/L	NH ₃ -N	=	0,37 mg/L

2. Karakteristik limbah cair kelapa sawit dengan metode elektrokoagulasi berdasarkan parameter COD, BOD, pH, TSS, minyak/lemak, dan NH₃-N sebelum dan sesudah diolah adalah:

- Sebelum analisis:

COD	= 450 mg/L	TSS	= 32,4 mg/L
BOD	= 120,6 mg/L	Minyak/lemak	= 17,8 mg/L
pH	= 4,48	NH ₃ -N	= 0,65 mg/L
TSS	= 120 mg/L		
Minyak/lemak	= 473,5 mg/L		
NH ₃ -N	= 3,73 mg/L		

- Sesudah analisis:

COD	= 80 mg/L
BOD	= 23,7 mg/L
pH	= 7,46

3. Karakterisasi limbah *laundry* sebelum dan setelah pengolahan dengan proses elektrokoagulasi yang meliputi pH, TSS, BOD₅, COD, PO₄ dan kadar deterjen dalam limbah *laundry* masih cukup signifikan yaitu sebelum diolah nilai pH 7,28, TSS 100 mg/l, BOD₅ 34,5 mg/l, COD 110 mg/l, PO₄ 0,199 mg/l dan kadar deterjen 0,035 mg/l. Setelah diolah dengan proses elektrokoagulasi, nilai pH mengalami peningkatan dan dapat menurunkan nilai TSS 58 mg/l, BOD₅ 5,4, COD 24 mg/l, PO₄ 0,168 mg/l dan kadar deterjen 0,016 mg/l.
4. Karakterisasi limbah cair domestik sebelum dan setelah proses elektrokoagulasi yang meliputi nilai pH, TSS, BOD₅, COD, PO₄, minyak dan lemak serta kadar *detergent* dalam limbah cair domestik cukup signifikan, yaitu sebelum proses elektrokoagulasi nilai pH 5,13, TSS 120 mg/L, BOD₅ 26,5 mg/L, COD 87 mg/L, PO₄ 1,997 mg/L, minyak dan lemak 2,16 mg/L dan kadar *detergent* 0,052 mg/L. Setelah proses elektrokoagulasi nilai pH mengalami peningkatan hingga mendekati netral yaitu 7,18 dan menurunkan nilai TSS 30 mg/L, BOD₅ 9 mg/L, COD 31 mg/L, PO₄ 1,962 mg/L, minyak dan lemak 1,012 mg/L dan kadar *detergent* 0,02 mg/L.
5. Efektivitas metode elektrokoagulasi dalam mengolah limbah cair tegangan 12 Volt dan waktu proses 150 menit.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan setelah melakukan penelitian ini yaitu:

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memvariasikan rapat arus dan jenis elektroda yang lain pada proses pengolahan limbah dengan menggunakan metode elektrokoagulasi.
2. Untuk penelitian lebih lanjut dapat dilakukan analisis mengenai *foam* dan flok yang dihasilkan dari hasil pengolahan dengan metode elektrokoagulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bazrafshan, E., A. H. Mahvi, S. Naseri, and A.R. Mesdaghinia. 2008. Performance Evaluation of Electrocoagulation Process for Removal of Chromium (VI) from Synthetic Chromium Solutions using Iron and Aluminum Electrodes. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*. Vol. 32(22): 59-66.
- Bazrafshan, E. And Hussain Moen. 2013. Application of Electrocoagulation Process for Dairy Wastewater Treatment. *Journal of Chemistry*. Article ID 640139: 8 pages.
- Butler, E., E.Y.T. Hung, R Yu-Li Yeh and M.S. Al Ahmad. 2011. Electrocoagulation in water treatment. *Water*(3). doi:10.3390/w3020495: 495-525.
- Daneshvar, N., Ashassi-Sorkhabi, H. and Tizpar, A. 2007. Decolorization of Orange II by Electrocoagulation Mtehod. *INIST-CNRS*: <http://cat.inists.fr>.
- Daneshvar, N., Oladegaragozeb and Djafarzadeha, N. 2006. Decolorization of Basic Dye Solutions by Electrocoagulation: An investigation of the effect of operational parameters. *Journal of Hazardous Materials*: <http://www.sciencedirect.com/>
- Dermentzis, K., A. Christoforidis, E. Valsamdou, A. Lazaridou, and N. Kokkinos. 2011. Removal of Hexavalent Chromium From Electroplating Wastewater by Electrocoagulation with Iron Electrodes. *Global NEST Journal*, Vol. 13(4):412-418.
- Djajadiningrat, A, H. 2004. *Pengolahan Limbah Cair tanpa Bahan Kimia*. ITB. Bandung.
- H. J. Mansoorian, A. Rajabizadeh. 2012. Practical Assesment of Electrocoagulation process in Removing Nickel Metal from Aqueous Solution using Iron-rod Elelctrodes. *Desalination and Water Treatment*. Vol. 44, No. 1-3: 29-35.
- Holt, P.K., G.W. Barton, C.A. Mitchel. 2005. The future for Electrocoagulation as a Localized Water Treatment Technology. *Chemosphere* 59:355-367.
- Mukminin, A. 2006. *Pengolahan Limbah Industri Berbasis Logam dengan Teknologi Elektrokoagulasi Flotasi*. Tesis Magister. Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Nasrullah, M., L. Singh and Z.A. Wahid. 2012. Treatment of Sewage by Electrocoagulation and the Effect of High Current Density. *Energy and Environmental Engineering Journal*: 27-33.
- Ngudiantoro. 2009. *Kajian Penduga Muka Air Tanah untuk Mendukung Pengelolaan Air pada Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut: Kasus di Sumatera Selatan*. Disertasi pada Program Doktor Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana Institut pertanian Bogor, Bogor (tidak dipublikasikan).

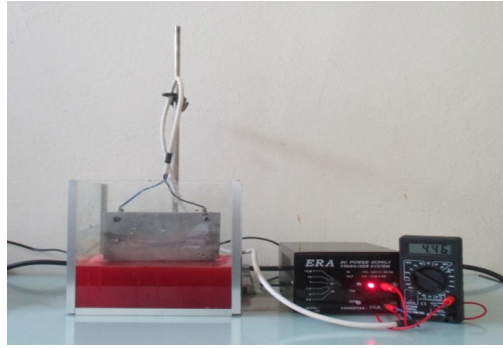
- Ngudiantoro. 2010. Pemodelan Fluktuasi Muka Air Tanah pada Lahan Rawa Pasang Surut Tipe C/D: Kasus di Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains* 13 3(A):13303-12 – 13303-18.
- Nugroho, Febrianto. 2008. Pengembangan Model Pengolahan Air Baku dengan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknik VII*(2):130-144.
- Njiki, C. P. N., S.R. Tchamango, P. C. Ngom, A. Darchen and E. Ngameni. 2009. Mercury(II) Removal from Water by Electrocoagulation using Aluminum and Iron Electrode. *Journal of Hazardous Material*, Vol. 168, No. 2-3: 1430-1436.
- Nouri, A.H. Mahvi, and E. Bazrafsha. 42 Application of Electrocoagulation Process in Removal of Zinc and Copper from Aqueous Solution by Aluminum Electrodes. *International Journal of Environmental Research*. Vol 4(2): 201-208.
- Othman, Fadie., J. Sohailo, M.F. Ni'am, and Fauzia. 2006. Enhancing Suspended Solid Removal from Wastewater using Fe Electrodes. *Malaysian Journal of Civil Engineering* 18(2): 139-148.
- Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 8 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik dan Pertambangan Batubara.
- Permen No. 01 Tahun 2010, Pedoman Pengawasan Pengendalian Pencemaran Air. Baku Mutu Lingkungan untuk Industri Batubara.
- Peter, H. Geoffrey, B and Mitchell, C. 2006. Electrocoagulation as a Wastewater Treatment, Department of Chemical Engineering. The University of Sydney. New South Wales.
- Rusdianasari, S. Arita, E. Ibrahim, dan Ngudiantoro. 2013. Reduction of Metal Contents in Coal Stockpile Wastewater using Electrocoagulation. *Journal Applied Mechanics and Materials* 391: 29-33.
- Rusdianasari, S. Arita, E. Ibrahim, dan Ngudiantoro. 2013. Application of Electrocoagulation Process for Coal Stockpile Wastewater Treatment. *Proceeding of International Conference on Chemical Science and Application*. Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. September 18-19, 2013. p. 235-241.
- Rusdianasari, Y. Bow, A. Taqwa. 2013. Treatment of Coal Stockpile Wastewater by Electrocoagulation using Aluminum Electrodes. *Journal Advanced Material Research*. Vol. 896. Hal 145-148.
- Rusdianasari, Y. Bow, dan Yuniar. 2014. Treatment of traditional cloth wastewater by electrocoagulation using aluminum electrodes. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. Vol. 4 No. 2.

- Sarala, C. 2012. Domestic Wastewater Treatment by Electrocoagulation with Fe-Fe Electrodes. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. Vol.3/Iss.4: 530-533.
- Susetyaningsih, R., Kismolo, Endro., P. 2008. Kajian Proses Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Limbah Cair. *Prosiding: Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta. hal. 339-344.

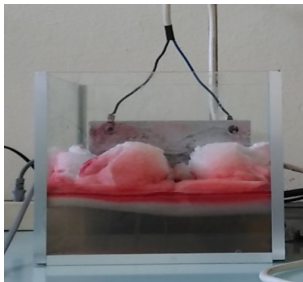
LAMPIRAN

DOKUMENTASI PENELITIAN

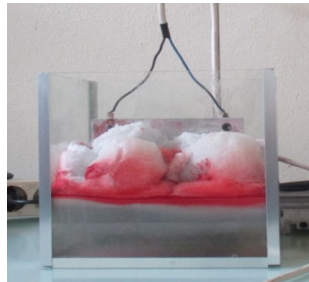
Hasil Pengolahan Limbah Cair Terpadu dengan Proses Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium



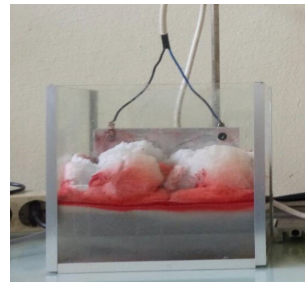
(a) Sampel Limbah Cair Terpadu sebelum Proses Elektrokoagulasi



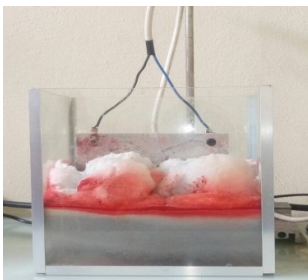
(b) Sampel limbah cair terpadu setelah diproses selama 30 menit



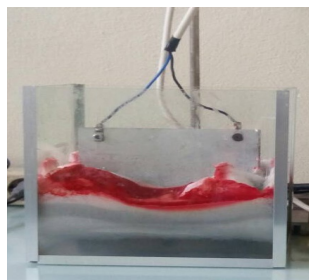
(c) Sampel limbah cair terpadu setelah diproses selama 60 menit



(d) Sampel Limbah cair terpadu setelah diproses selama 90 menit



(e) Sampel limbah cair terpadu setelah diproses selama 120 menit

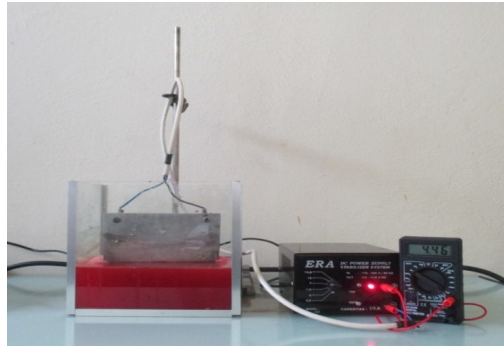


(f) Sampel limbah cair terpadu setelah diproses selama 150 menit



(g) Hasil Limbah Cair Terpadu setelah Proses Elektrokoagulasi

Menggunakan Elektroda *Stainless Steel*



(a) Sampel Limbah Cair Terpadu sebelum Proses Elektrokoagulasi



(b) Sampel limbah cair terpadu setelah diproses selama 30 menit



(c) Sampel limbah cair terpadu setelah diproses selama 60 menit



(d) Sampel Limbah cair terpadu setelah diproses selama 90 menit



(e) Sampel limbah cair terpadu setelah diproses selama 120 menit



(f) Sampel limbah cair terpadu setelah diproses selama 150 menit



(g) Hasil Limbah Cair Terpadu setelah Proses Elektrokoagulasi

CERTIFICATE

This is to certify that

RUSDIANASARI

as

Presenter

International Conference FIRST 2016

Renewable Energy for Sustainable Development

Held on October 18-19, 2016
State Polytechnic of Sriwijaya
Palembang, Indonesia

Chairman of the Committee


H. Firdaus, S.T., M.T.

Director of

State Polytechnic of Sriwijaya


Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.



OPTIMIZATION OF ELECTROCOAGULATION PROCESS FOR PALM OIL MILL EFFLUENT

Rusdianasari[#], Ahmad Taqwa^{*}, Jaksen[#], Adi Syakdani[#]

[#] Chemical Engineering Department, State Polytechnic of Sriwijaya, Palembang, 30139, Indonesia
E-mail: rusdianasari19@gmail.com, jaksenmamin@yahoo.com, adis@yahoo.co.id

^{*} Electrical Engineering Department, State Polytechnic of Sriwijaya, Palembang, 30139, Indonesia
Email: a_taqwa@yahoo.com

Abstract. POME (*Palm Oil Mill Effluent*) is one type of industrial waste that can contaminate soil, groundwater, and also water environment. Along with the increasing production of crude palm oil in Indonesia the amount of waste generated will increase too. The palm wastewater contains many pollutants that can harm the environment, such as organic compounds. For that we need a method that can be used in processing palm oil mill effluent, one of them using electrocoagulation. Application of the electrocoagulation method in treating wastewater had done by varying the voltage and processing time. Variation of the applied voltage were 6V, 9V, and 12V with a variation of the processing time of 30, 60, 90, 120, and 150 min of the parameters including COD, BOD₅, pH, TSS, oil/grease and NH₃-N. The result showed that the optimum condition at a voltage of 12 V and processing time of 150 minutes, with a COD value of 80 mg/L; BOD₅ of 23.7 mg/L; pH of 7.46; TSS of 32.4 mg/L; oils/fats of 17.8 mg/L; NH₃-N concentration of 0.65 mg/L, respectively. The results were in accordance with environmental quality standards. It shows that the technical feasibility of electrocoagulation method as a reliable technique for removal of pollutants from POME.

Keywords: electrocoagulation, POME, aluminum electrode

INTRODUCTION

Palm oil mill effluent (POME) is an important source of inland water pollution when released without treatment into rivers or lakes. POME production in Indonesia is estimated around 28.7 million ton/year. POME has generally been treated by anaerobic digestion, resulting in methane as a value-added product [1,2]. Many methods have been reported in the literature regarding the treatment of POME such as treatment using a pond system [3] and aerobic digestion of POME to decrease carbon content and inorganic nitrogen with consequent change of pH from the acidic range to an alkaline one [4]. Other treatments include one that increases the ration of organic nitrogen, leading to the production of a better fertilizer [4], a pretreatment using *Moringa oleifera* seeds as an environmentally friendly coagulant [5], a treatment in a up-flow anaerobic sludge fixed film bioreactor [6], an up-flow anaerobic sludge fixed film bioreactor using response surface methodology [7], methane emission from anaerobic ponds [8], semi-commercial closed anaerobic digester [9], by synthetic polyelectrolytes [10] and by electrocoagulation method [11].

Electrocoagulation (EC) is becoming a popular process to be used for wastewater treatment. The reuse of wastewater has become an absolutely necessity. Demands to cleaning industrial and domestic wastewater to avoid environmental pollution and especially contamination of pure water resource are becoming national and international issues. Innovative, cheap and effective methods of purifying and cleaning wastewater before discharging into any water system are needed. EC is not a new technology. EC due some advantages over chemical coagulation is becoming a popular process to be used for wastewater treatment [12].

Aluminum or iron were usually used as electrode and their cations are generated by dissolution of sacrificial anodes upon the application of a direct current. Electrocoagulation method for treatment of wastewater samples have been conducted on a laboratory scale and good removal of COD, color, turbidity, and dissolve solid at varying opening conditions have been obtained [12].

Electrocoagulation method is an alternative method for POME treatment, a distinctly economical and an environmentally-friendly for meeting wastewater discharge standards. In this study, the coagulum was recovered and the antioxidant activity of the isolate was determined.

Electrocoagulation is a process of coagulation by using a direct current through an electrochemical events are symptoms of electrolyte decomposition. This study aims to determine the effect of voltage on the adapter parameter on the performance of the electrocoagulation method and determine the best time for treatment of palm oil mill effluent.

EXPERIMENTAL

This study is to investigate the effect of electrocoagulation process. This research is mainly focused on the capability of EC method to improve wastewater quality, such as to increase removal efficiencies of COD, BOD, TSS, and $\text{NH}_3\text{-N}$.

POME samples

The palm oil mill effluent used in this study was collected at some industries in South Sumatera, Indonesia. The composition of POME then characterized to identify the COD, BOD, TSS, $\text{NH}_3\text{-N}$ and oil. Electrocoagulation of POME

Experimental Device

The batch experimental setup is schematically shown in Fig. 1. The electrochemical unit consists of an electrocoagulation cell, a DC power supply and the electrode (aluminium). There are two monopolar electrodes having same dimension as an anode and a cathode which spacing 10 mm. In order to maintain an unchanged composition and avoid the association of the flocs in the solution, the stirrer was turned on the set at 100 rpm. All the electrodes were washed with dilute HCl before every experiments conducted. Every experiment was performed at the room temperature [12].

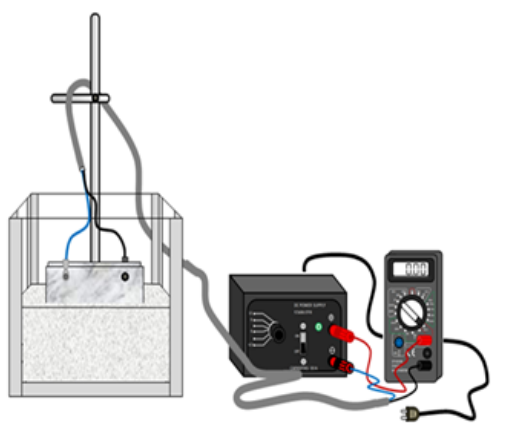


Fig.1 Scheme of Electrocoagulation Process

Experiment Procedure

The experiments were carried out in a batch mode. For each experiment, a POME sample of 500 mL was collected in the electrocoagulation cell with two electrodes dipped into the sample. Three different voltages, 6 volt, 9 volt and 12

volt were applied. In each voltage, processing time of 20, 60, 90, 120, and 150 min were used. After the experiment, the treated samples was then kept undisturbed for 15 min in order to allow the flocs to settle. Subsequently, after settling the sample of supernatant was collected to perform the analysis of COD, BOD, pH, TSS, $\text{NH}_3\text{-N}$, and oil/grease.

COD and BOD₅ Determination

COD and BOD₅ of the palm oil mill effluent before and after EC were determined according to the Standard Methods for Examination of Water and Wastewater [13]. COD was analysed using the closed reflux titrimetric method. Briefly, the method involves refluxing a known volume of sample with an oxidizing agent in a closed ampule at 150°C for two hours, and titrating the excess oxidizing agent with standard ferrous ammonium sulphate using ferroin as indicator. BOD₅ determination involves filling with sample, to overflowing, a BOD bottle of the specified size and incubating it at 20°C for 5 days.

RESULTS AND DISCUSSION

Tabel 1 show the comparison of POME and after electrocoagulation process.

Tabel 1. Comparison of POME solutions before and after electrocoagulation (EC)

Properties/test	Before EC	After EC
BOD ₅ mgL ⁻¹	120.6	23.7
COD mgL ⁻¹	450	80
TSS mgL ⁻¹	120	32.4
Oil/fat mgL ⁻¹	100.4	17.8
$\text{NH}_3\text{-N}$ mgL ⁻¹	3.73	0.65
pH	4.48	7.46

A. Effect of Voltage and Processing Time to COD

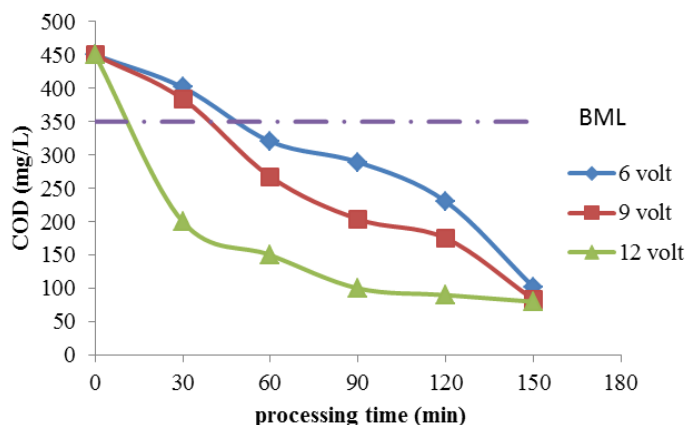


Fig. 2 The Graph of the Effect of Voltage and Processing Time to COD

In Fig.2, it can be seen that the best results in a decrease in the value of COD of palm oil effluent after processing

using electrocoagulation was at the time of 150 minutes with 12 Volts where impairment COD in these conditions so drastically that of 450 mg/L to 80 mg/L. In the Fig. 1, it was found also that the longer the contact time, the greater the voltage and reduction in COD would be. This was due to faster reduction and oxidation process in the electrocoagulation reactor by the increasing voltage. In the electrodes were formed oxygen and hydrogen that affected the reduction of COD. The hydrogen gas brought colloids impurities to the surface of the reactor (flotation). It was characterized by the existence of a lot of bubble/foam that brought the dirt on the surface of the reactor. Based on the theory of double layer, COD reduction resulting from the forming floc by organic compound ion that associated with positive coagulant ion. The molecules in the effluent turned to floc, binding colloidal particles in the effluent.

The process of reduction in COD value in the electrocoagulation occurred by destabilization. Colloidal destabilization carried out by metal cations that formed polyvalent polyhydroxide. This complex compound had high adsorption, thus simplifying the process of aggregation with a range of pollutants that were easily separated by flotation technique for the density/density of material became lower.

B. Effect of Voltage and Processing Time to BOD₅

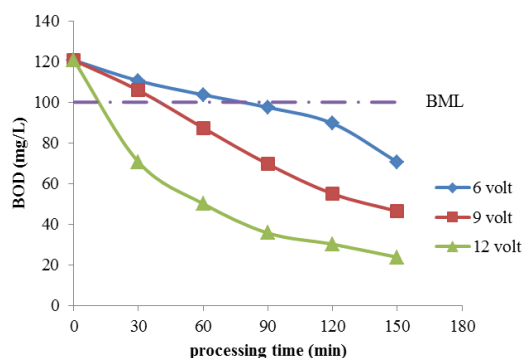


Fig. 3 Graph of Effect of Voltage and Processing Time to BOD₅

In Fig. 3 the result of electrocoagulation of palm oil effluent to the value of BOD₅ decreased. From the graph, the best result of the impairment BOD was at the time of 150 min and 12 Volts with BOD₅ value of 23.7 mg/L of 120.6 mg/L. Based on the graph, the greater the voltage used, the lower the value of BOD. This was happened because the stability of colloidal systems suspended in the liquid waste samples changed by the addition of aluminum ions originating from the oxidation process at the anode. Al³⁺ ion reduced the zeta potential or in other words it reduced the difference in charge in the sample. With the reduced difference in this charge, thickness of diffuse layer would reduce and disturbed stern layer so the force between adjacent particles reduced or eliminated resulting in the coagulation process. Drastic BOD impairment occurred in 12 Volts. The greater voltage proportional to the current strength, greater the speed of the coagulated particles

resulting less amount of suspended particles. The fewer the number and the smaller the particle size, the stronger the currents and the greater coagulated time would be.

The results of BOD₅ analysis determined the quality of water bodies that was the amount of oxygen needed by microorganisms to decompose organic matter contained in water in the aerobic state. High value of BOD₅ played an important role in determining the ability of the water bodies in supporting the better growth of algae and aquatic organisms. The higher the number of the bacterial population, the higher the level of the water pollution would be.

C. Effect of Voltage and Time Process to pH

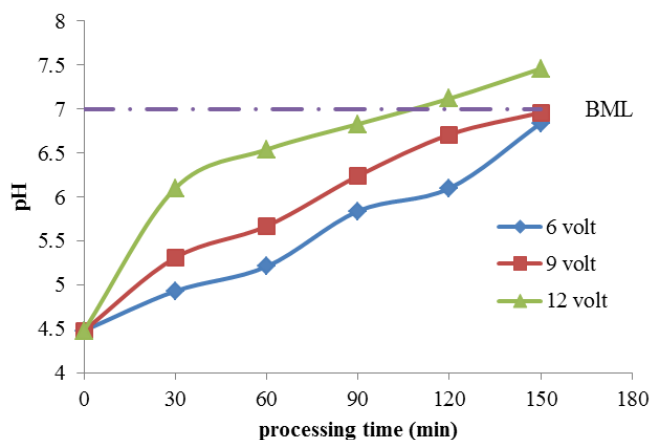


Fig. 4 Graph of the Effect of Voltage and Processing Time to pH

In Fig. 4, there was an increase in the pH of the palm oil effluent with initial pH 4.48 including in acid category. After processing by method of electrocoagulation, the increasing rate reached 7.46 pH neutral with a pH range of maximum 6-9 at 12 Volts with a processing time of 150 min. In electrocoagulation process, water electrolysis process generating hydrogen gas and hydroxide ions occurred. The longer the contact time, the faster the formation of hydrogen gas and hydroxide ions. The reduction reaction of water produced hydroxide ions with a coefficient greater than the coefficient of hydrogen gas so as to the voltage. The current was the flow of electrons. If the current was greater, the number of electrons flowing in the electrocoagulation reactor was increasing. Increasing the number of electrons increased the number of OH and H₂ gas bubbles. It indicated that more formation of hydroxide ions occurred when the voltage higher and processing time longer and increased the value of acidity to close or even reach a neutral pH.

The pH level was the concentration of hydrogen ions (H⁺) in water, pH was very important as water quality parameter for pH to control the type and rate of speed of reaction of some materials in the water. The increase in pH in the electrocoagulation process was due to the process of alkalization Al³⁺ ions added to the water so that the reaction with hydroxyl ions from water hydrolysis produced Al(OH)₃ and hydrogen ions.

D. Effect of Voltage and Processing Time to TSS

In Fig. 5 were the results of electrocoagulation of palm oil effluent. The best result in impairment of the TSS was at the time of 150 minutes with 12 Volts dropped from the initial TSS value of 120 mg/L to 32.4 mg/L in which the maximum TSS levels gained was of 250 mg/L. The voltage was directly proportional to the current, if the voltage was greater, the current flow was also getting bigger. Flow was the flow of electrons, so that if the current was greater the number of electrons flowing in the electrocoagulation reactor was increasing. The increasing number of electrons increased the number of OH^- and H_2 gas bubbles. OH^- combined with Al^{3+} (anode) to form complex compounds that binded pollutants and formed a floc. The more the number of OH^- formed, the more the amount of floc formed. The increasing number of H_2 gas bubbles led to the easy process of floatation of floc. Floc formed over time grew larger and eventually settled in the bottom of electrocoagulation reactor.

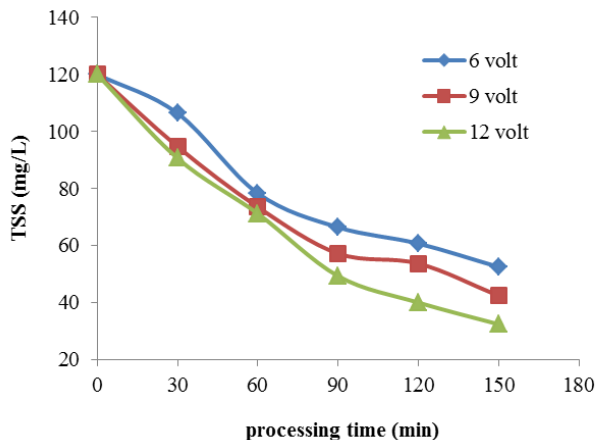


Fig. 5 Graph of the Effect of Voltage and Time Process to TSS

TSS reduction process was highly influential in which TSS were pollutants in the form of suspension. If the effluent contained high TSS, the effluent had poor quality and potentially damaged aquatic ecosystems in particular.

Sources of TSS were both organic and inorganic chemicals forming suspension in the effluent. The sources of TSS also came from metals forming complex compounds either with hydroxide anions or other compound suspended in the effluent either because of the nature of the molecular size of the compounds and polarity properties.

E. Effect of Voltage and Time Process to Oil/Grease

In Fig. 6 was the greatest decrease in the value of oil/grease in the effluent after electrocoagulation method at runtime of 150 minutes with 12 Volts with the initial value of 100.4 mg/L to 17.8 mg/L in which the quality standard of 25 mg/L. At 12 Volts and processing time of 150 minutes to produce the greatest energy characterized by the increasing

temperatures in effluent and heat production. The high temperature increased the kinetic energy of the atoms because of the increasing irregularity of molecules caused by the increasing entropy and the possibility of collision became greater and the hydrolysis reaction became faster. The occurrence of the hydrolysis reaction caused damage to the oil or grease and produce fatty acids and glycerol. The presence of fatty acids and glycerol led to the stability of disrupted oil. Oil was a non-polar compounds while fatty acids and glycerol were polar compounds so that when the content of fatty acids and glycerol excessed, oil deteriorated easily. Damage of oil/grease decrease the value of oil/grease since compound changed.

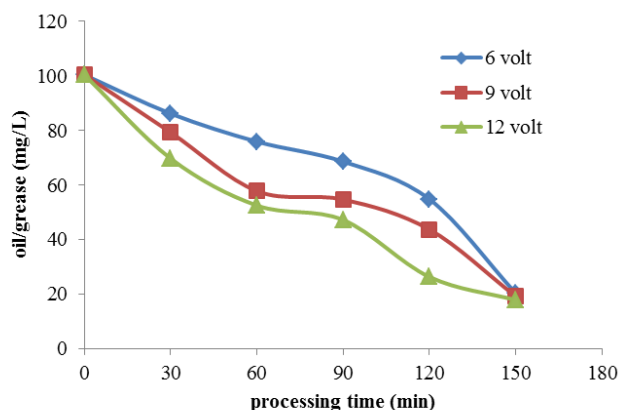


Fig. 6 Graph of Effect of Voltage and Time Process to Oil/Grease

Fat was relatively stable organic compounds and difficult to decompose by bacteria. Fat could be changed by acidic compounds that produce fatty acids and glycerin. In base state, glycerin was released from fatty acid would form base salt.

F. The Effect of Voltage and Time Process to $\text{NH}_3\text{-N}$

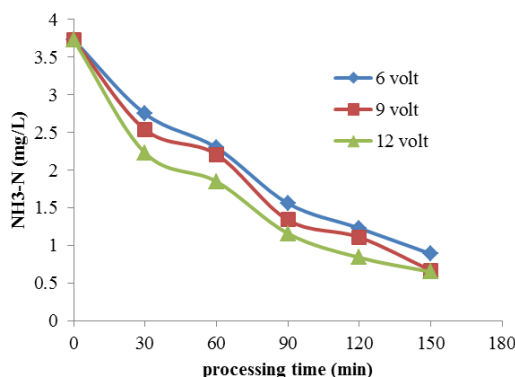


Fig. 7 Graph of the Effect of Voltage and Time Process to $\text{NH}_3\text{-N}$

In Fig. 7, the greatest $\text{NH}_3\text{-N}$ reduction in oil palm mill effluent was at a time of 150 minutes with 12 Volts. In

this condition the levels of $\text{NH}_3\text{-N}$ in the filtrate was 0.65 mg/L from initial analysis of 3.73 mg/L. The voltage was directly proportional to the current, if the voltage increased, the current flow was greater. Flow was the flow of electrons, so that if the current was greater, the number of electrons flowing in the electrocoagulation reactor was increasing. Increasing the number of electrons increased the number of OH and H_2 gas bubbles. OH- produced in the oxidation reacted with $\text{NH}_3\text{-N}$ in anode. This ammonia oxidation reaction produced water and nitrogen. The more OH- generated by electrons, the higher its performance in changing $\text{NH}_3\text{-N}$ in consequences to the increasing number of OH- produced by electrons by the increase of current that was proportional to the voltage, the content of $\text{NH}_3\text{-N}$ in the effluent decreased.

Decreased levels of $\text{NH}_3\text{-N}$ in the electrocoagulation process for palm oil mill effluent was very important. This was because ammonia ($\text{NH}_3\text{-N}$), which was also called as ammonia nitrogen produced from the decay of organic substances by bacteria. Each of ammonia released into the environment would form an equilibrium reaction with ammonium ion (NH_4^+). Ammonium was that then undergoes nitrification to form nitrite and nitrate. Dissociated Ammonia was more dangerous to aquatic biota than ammonium. The value of ammonia was related to the pH value of the water. The higher the pH of the water was, the greater the dissociated ammonia content would be. High ammonia levels was the indication of contamination of organic material originating from domestic waste, industrial, and agricultural fertilizer runoff.

G. The Effectiveness of Electrocoagulation Method in Palm Oil Mill Effluent Treatment

The effectiveness of the electrocoagulation method of processing palm oil mill effluent with impairment parameters COD, BOD₅, TSS, oil / grease, and $\text{NH}_3\text{-N}$ levels and higher pH values in the experiment were various. The best decreased pollutants found in the 12 Volts with a processing time of 150 minutes. In this condition, the pollutants contained in the effluent dropped to below the standards set by the government.

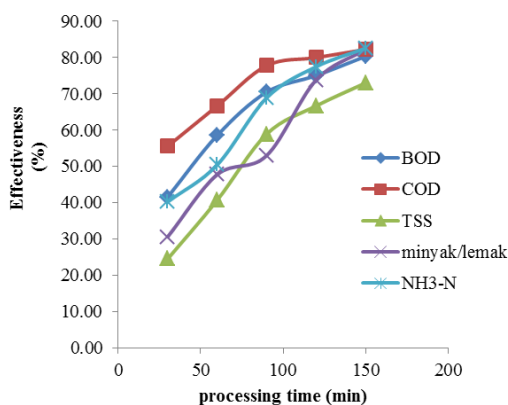


Fig. 8. Effectiveness Process Electrocoagulation to time on 12 Volt Voltage

The 12 Volts voltage was more effectiveness for the longer length of time process. COD effectiveness amounted to 82.22% of the initial sample of 450 mg/L to 80 mg/L. The value BOD₅ effectiveness amounted to 80.35% of the initial sample of 120.6 mg / L to 23.7 mg/L and TSS effectiveness amounted to 73% of the initial sample of 120 mg/L to 32.4 mg/L. Oil/grease effectiveness amounted to 82.27% of the initial sample of 100.4 mg/L to 17.8 mg/L and $\text{NH}_3\text{-N}$ levels of effectiveness amounted to 82.57% of the initial sample of 3.73 mg/L to 0, 65 mg/L. pH value effectiveness amounted to 66.52% of the initial sample of 4.48 to 7.46.

CONCLUSIONS

The optimum condition of electrocoagulation process in processing palm oil mill effluent with impairment parameters COD, BOD, TSS, oil/grease, and $\text{NH}_3\text{-N}$ and the increase in the pH value in this study occurred at a voltage of 12 Volts and processing time for 150 minutes.

The optimum conditions was 12 Volts and processing time for 150 minutes to produce the greatest effectiveness electrocoagulation method of processing palm oil mill effluent with the effectiveness of COD amounted to 82.22%, BOD₅ amounted to 80.35%, pH amounted 66.52%, TSS amounted to 73 %, oil/grease by 82.27% and $\text{NH}_3\text{-N}$ amounted 82.57%. The greater the voltage was, the strong current flow increased. The greater the current flow and the longer time process, the higher the desired chemical reaction increased. The mass of dissolved aluminum electrodes during electrolysis was 2.194 grams.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to acknowledge the financial support of Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT), Directorate General of Higher Education provides funding research project grants NOMOR SPPK: 189/SP211/LT/DRPM/III/2016, Date: 7 Desember 2015, entitled Model Pengelolaan Limbah Cair Terpadu dengan Metode Elektrokoagulasi.

REFERENCES

- Sinappa, S. Studies of Palm Oil Mill Waste Effluent. Malay. Agric. J. 1978, 51, 261-272.
- Borja, R., Banks, J., Martin, A, Khalhauoi, B. Anaerobic Digestion of Palm Oil Mill Effluent and Condensation Water Waste: An Overall Kinetoc Model for Methane Production and Substrate Utilization. Bioprocess Engin. 1995. 13. 87-95.
- Chigusa, K., Hasegawa, T. Yamamota, N. Watanabe, Y. Treatment of Waste Water from Oil Manufacture Plant by Yeasts. Water Sci. Technol. 1996. 34. 51-58.
- Agamutu, P. Tan, E.L., Shaifal, A.A. Effect of Aeration and Soil Inoculum on the Composition of Palm Oil Effluent (POME). Agric. Wastes. 1986. 15. 121-132.
- Bhatia, S. Othman, Z. Ahmad, A.L. Palm Oil Mill Effluent Pretreatment using Moringa Oleifera Seeds as an Environmentally Friendly Coagulant: Laboratory and Pilot Plant Studies. J. Chem. Technol. Biotechnol. 2006. 81. 1852-1858.
- Lorestani, A.A. Z. Mohamed, A.R. Mashitah, M.D. Abdullah A. Z. Hasnain, Isa, M. Effect of Organic Loading Rate on Palm Oil Mill Effluent Treatment in an up-flow Anaerobic Sludge Fixed Film Bioreactor. Environ. Engin. Management J. 2006. 5. 337-350.

- Zinatizadeh, A.A. L. Mohamed, A.R. Abdullah, A. Z. Mashita, M.D. Hasnain Isa, M. Najafpour, G. Process Modeling and Analysis of Palm Oil Mill Effluent Treatment in an up-flow Anaerobic Sludges Fixed Film Bioreactor using Response Surface Methodology (RSM). *Water res.* 2006. 40. 3193-3208.
- Yacob, S. Shirai, Y. Ali hasan, M. Wakisaka, M. Baseline . *Sci. Total Environ.* 2006. 366. 187-196. Study of Methane Emission from Anaerobic Ponds of Palm Oil Mill Effluent Treatment. *Sci. Total Environ.* 2006. 366. 187-196.
- Yacob, S. Shirai, Y. Ali Hasan, M. Wakisaka, M. Subash, S. Start-up Operation of Semi-Commercial Clised Anaerobic Digester for Palm Oil Mill Effluent Treatment. Process Biochem.* 2006. 41. 962-964.
- Ariffin, A. Shatat, Raid S.A. Norulaini, A.R.N. Omar, A.K. Synthetic Polyelectrolyte of Varying Charge Densities but similar molar mass based on acrylamide and their application on Palm Oil Mill Effluent Treatment. *Desalination.* 2005. 173. 201-208.
- Melissa B. Agustin. Waya P. Sengpracha, Weerachai Phutdhawong. Electrocoagulation of Palm Oil Mill Effluent. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2008. 5(3). 177-180.
- [12] Rusdianasari, Susila Arita, Eddy Ibrahim, and Ngudiantoro. Redusction of Metal Content in Coal Stockpile Wastewater using Electrocoagulation. *Applied Mechanics and Materials.* Vol. 391. 2013. 29-33. Doi: 10.4028/www. Scientific.net/AMM.391.29.
- [13] Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. American Public Health Association/American Water Association/Water Environmental Federation: Washington, DC. 1998.

SICEST

- PUBLICATION NOTIFICATION -

PAPER ID	:	ENV-015	SUBMISSION NO :204
Author	:	Rusdianasari	
Paper Title	:	Treatment of Leachate by Electrocoagulation Using Aluminum Electrodes	

Dear Author

We are pleased to inform that the review process of your paper *mentioned above* has been completed. Based on SICEST Scientific Committee recommendation, your paper is selected for publication in **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology (IJASEIT, Publisher Insight-Society)**.

Please read carefully the publication procedures for IJASEIT as follows:

1. Authors need to revise the papers according the review results (attached)
2. Authors prepare the paper according to the paper template of IJASEIT(attached)
3. Please prepare the papers carefully according to template in order to enhance the publication process. **Please be sure to check for spelling and grammar before submitting your paper.** Please be sure that references is up to date. The number of references should be more than 12 (twelve) references. And it is expected that 30% of references are recent papers from reputable journals (in the last ten years). It is recommended to use references software (endnote, mendeley, etc) to avoid inconsistency.
4. Revised papers are sent back to SICEST Publication Committee at sicest@unsri.ac.id before November 14, 2016
5. SICEST Publication Committee will send the revised papers to IJASEIT Editors
6. IJASEIT Editors review the papers and send acceptance/publication notifications to SICEST Committee
7. SICEST Committee forwards the notification to authors
8. Please note that authors should not make any communication with IJASEIT
9. Authors submit the paper via IJASEIT online submission (schedule will be informed later)
10. Please notice that publication schedule will be decided by IJASEIT Publisher
11. SICEST Publication Committee does not provide hardcopy of IJASEIT Journal. Authors can access the Journal online after published

This publication selection cannot be changed to another publications arranged by SICEST Publication Committee. If the authors do not send the revised paper before November 14, 2016, then the paper will be considered to withdraw from SICEST SCOPUS publications and the registration fee will not be refunded.

Thank you for participating in SICEST2016.

Chief of SICEST Editorial Board



Tuty Emilia Agustina, PhD

organized by
Faculty of Engineering Sriwijaya University Srijaya Negara Street Palembang-Indonesia
Phone/Facs. +62711360286, +62 81258102150 <http://sicest.ft.unsri.ac.id>



SICEST



Certificate for Participation

We certify that Ms/Mr

Rusdianasari

has participated as

Oral Presenter

in the Sriwijaya International Conference on Engineering,
Science & Technology held in Bangka Island,
Indonesia 8-10 November 2016

Dean



Prof. Subriyer Nasir, Ph.D.

Executive Chairman



Dr. Muhammed Faizal

Treatment of Leachate by Electrocoagulation Using Aluminum Electrodes

Rusdianasari¹, Ahmad Taqwa², Jaksen¹ and Adi Syakdani¹

¹ Chemical Engineering Department, State Polytechnic of Sriwijaya, Palembang 30139, rusdianasari@gmail.com *

² Electrical Engineering Department, State Polytechnic of Sriwijaya, Palembang 30139, a_taqwa@yahoo.com

Abstract: Leachate is wastewater decomposition of organic waste that if not handled properly and can contaminate soil and groundwater. Contamination by leachate can be reduced, by reducing leachate level before the wastewater reaches the ground. One of the methods used is electrocoagulation. Electrocoagulation is an electrochemical water treatment method where in anoda occurred the release of active coagulant as metallic ion, while in cathode occurred the electrolysis reaction in a form of the release of hydrogen gas. In this research, the processing of leachate with electrocoagulation method using aluminum electrode has been done with the dimension of electrode 16.5 cm x 7 cm x 0.2 cm. Optimum conditions and the effectiveness of electrocoagulation for each parameter are in the current density 30 A/m² with 60 minutes of time process. The effectiveness from electrocoagulation method reduced the value of Total Suspended Solid (TSS) 46.80%; Biological Oxygen Demand (BOD₅) 71.33%; Chemical Oxygen Demand (COD) 73.77%; Pb 62.5%; NH₃-N 57.92%; and for the increased of pH from 8.03 to 8.95. Electrocoagulation method reduced levels of pollutants in accordance with environmental standard.

Keywords: electrocoagulation; aluminum electrode; leachate

1. INTRODUCTION

Leachate has a complex structure and high pollutant load, and its treatment is quite hard to meet the discharge standards. Leachate becomes the main pollutant wastewater since it is the most difficult to treat as it is a wastewater with complex and widely variable content generated within a landfill [1]. Therefore, many pretreatment and combined treatment methods have been proven to treat leachate. Until today, many treatment methods for its treatment have been proven. Some treatment stories such as biological treatment methods, membrane processes, advanced oxidation techniques [2], coagulation-flocculation methods, lagoon and wetland applications [3], have been examined in the literature.

Simple, affordable, and efficient leachate treatment systems are urgently needed in developing countries because most of the conventional technologies currently in use in industrialized nations are too expensive and complex. Electrocoagulation is one of a simple method to treat wastewater efficiently [4]. This electrochemical treatment seems to be a promising treatment method due its high effectiveness, its lower maintenance cost, less need for labor and rapid achievement of results. Research, in the past few decades, have shown that the electrocoagulation is a promising treatment method and effectively potential to treat verity type of wastewater including dyes wastewater, palm oil mill effluent, food wastewater, urban wastewater, and removing heavy metals [5].

Electrocoagulation treatment methods offer an alternative to the use of chemical coagulant such as metal salts or polymers for breaking the pollutants because during the electrocoagulation process, the electrode can generate coagulated species and metal hydroxides that destabilize and aggregate the suspended particles and precipitate. The hydrogen gas released from cathode would also help to float the flocculated particles out of the water [6].

2. MATERIALS AND METHODS

A. Experimental Device

The batch experimental setup is schematically shown in Fig.1. The electrochemical unit consists of an electrocoagulation cell, a DC power supply and the aluminum electrodes. There are two monopolar electrodes having same dimension (16.5 cm x 7 cm x 0.2 cm) as an anode and a cathode which spacing of 1 cm. In order to maintain an unchanged composition and avoid the association of the flocs in the solution, the stirrer was turned on and set at 100 rpm. All electrodes were washed with dilute HCl before every experiment conducted. Every experiment was performed at the room temperature.

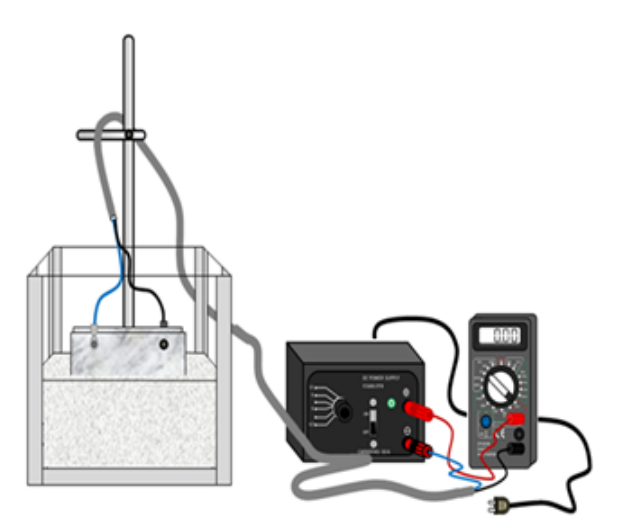


Fig. 1. Schematic Diagram of Experimental Setup

B. Experiment Procedure

The experiments were carried out in a batch mode. For each experiment, a leachate sample of 1 liter was collected in the electrochemical cell with aluminum electrodes dipped into the sample. Four different of high current densities; 30 A/m², 50 A/m², 70 A/m² and 90 A/m² were applied. In each current density applied, contact times of 15, 30, 45, and 60 were used. Therefore, total experiments were carried out to determine the effect of current densities, electrocoagulation time and effectiveness of electrocoagulation. After the experiment, the treated sample was then kept undisturbed for 20 min in order to allow the flocs to settle. Subsequently, after

settling the sample of supernatant was collected to perform the analysis of pH, TSS, BOD₅, COD, Pb metal and content of NH₃-N.

3. RESULTS AND DISCUSSION

A. The Effect of Current Density and Processing Time to the Increase of pH

In Fig. 2, we can see the increase of leachate pH. The initial pH was 8.03 categorized in base category. After treatment there was significantly increase of pH. The pH reached 8.95. The increase of pH in the electrocoagulation process was due to the process of alkalization Al³⁺ ions that were added to the water and reacted with hydroxyl ions from water hydrolysis that produced Al(OH)₃ and hydrogen ions.

In addition to hydrogen gas, it also generated hydroxide ions (OH⁻), the smaller the current density used the faster the reaction might occurred and OH⁻ generated also more in consequence the pH in the water would also increase. The occurrence of such reactions during the electrocoagulation process would raise the pH [7].

In Fig. 2, we can see that the pH tended to increase with the length of 7-8. The best results in the increase in pH of 8.95 occurred in the current density of 50 A/m² in 60 min.

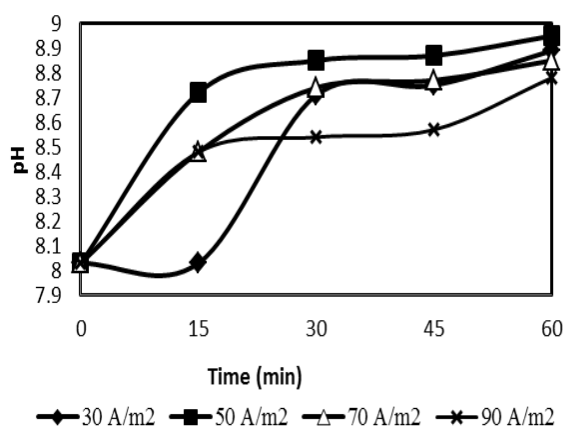


Fig. 2. The Effect of Current Density and Processing Time to the Increase of pH

B. The Effect of Current Density and Processing Time to TSS

TSS reduction in the electrocoagulation process occurred when the solid material of the suspended solids in the coagulant absorbed onto Al(OH)₃ or absorbed into the air bubble. The results of this adsorption were floated that decrease the concentration of TSS in wastewater.

TSS sources of pollutants were chemicals both organic and inorganic that formed suspension in the waste water. Besides that the sources of TSS also came from metals that formed complex compounds either with hydroxide anions or other compound suspended in the waste solution either because of the nature of the molecular size of the compounds and polarity properties [8].

In Fig. 3, we can see the results of electrocoagulation of leachate. The best result in impairment of TSS was at 60 min with current density of 30 A/m² in which the initial TSS value of 112.6 mg/L impaired to 59.9 mg/L. TSS reduction process were highly influential that TSS were pollutants in the form of suspension. If waste water contained high TSS, it could be concluded that the waste water was in poor quality and had the potential to damage the aquatic ecosystem in particular.

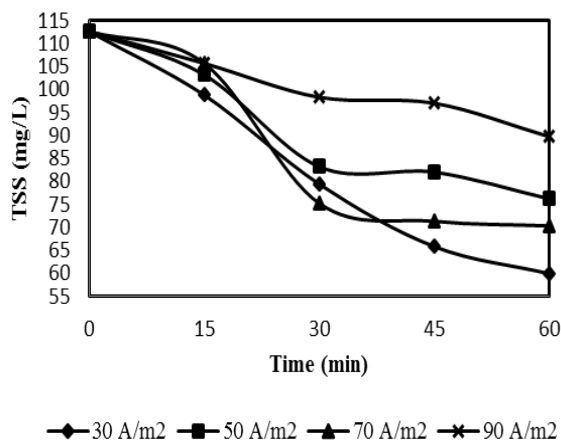


Fig. 3. The Effect of Current Density and Processing Time to TSS

C. The Effect of Current Density and Processing Time to BOD₅

Result of BOD₅ analysis determined the quality of water bodies, amount of oxygen needed by microorganisms to decompose organic matter contained in water in the aerobic state. BOD₅ high value played an important role in determining the ability of the water bodies in supporting the better growth of algae and aquatic organisms. The higher the number of the bacterial population, the higher the level of the water pollution would be.

In Fig. 4, the results of electrocoagulation of leachate to the value of BOD₅ decreased. The best result of BOD₅ impairment was at 60 min and current density of 30 A/m² with a value of BOD₅ 119 mg/L. At this process time, there was significant change in the value of BOD₅ from 415 mg/L to 119 mg/L, yet the greater the current density, the greater the value of BOD₅ would slightly rise. The greater the density current and the longer the time, the electrode process would be more saturated that caused the electrocoagulation process reached its lowest point and increased in the value of BOD₅.

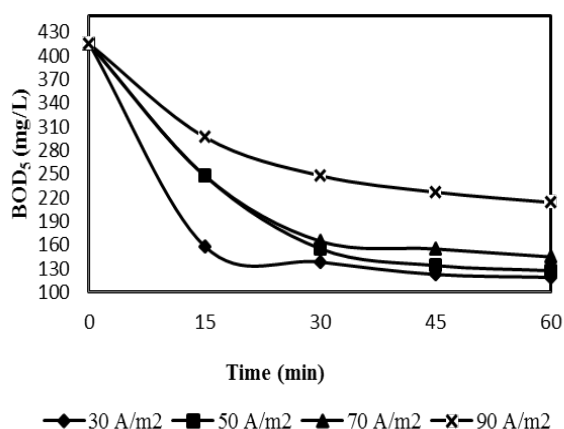


Fig. 4. The Effect of Current Density and Processing Time to BOD₅

D. The Effect of Current Density and Processing Time to COD

COD was the quantity or amount of oxidant that reacted with the sample under certain conditions. The amount of oxidant was proportional to the oxygen. Organic and inorganic compounds in the sample were oxidized subject

but organic compounds were more dominant. COD was often used for measuring the quantity of pollutants in the water.

In Fig. 5, the best result of leachate waste by method of electrocoagulation in decreasing the value of COD was at 60 min with a current density of 30 A/m². COD value decreased drastically from 1304 mg/L to 342 mg/L.

Basically, the decline in COD values in electrocoagulation occurred by destabilization. Colloidal destabilization carried out by metal cation that formed polyvalent polyhydroxide. This complex compound had high adsorption for facilitating aggregation of wide range of pollutants that formed large material easily separated by flotation technique since the density of material became smaller [9].

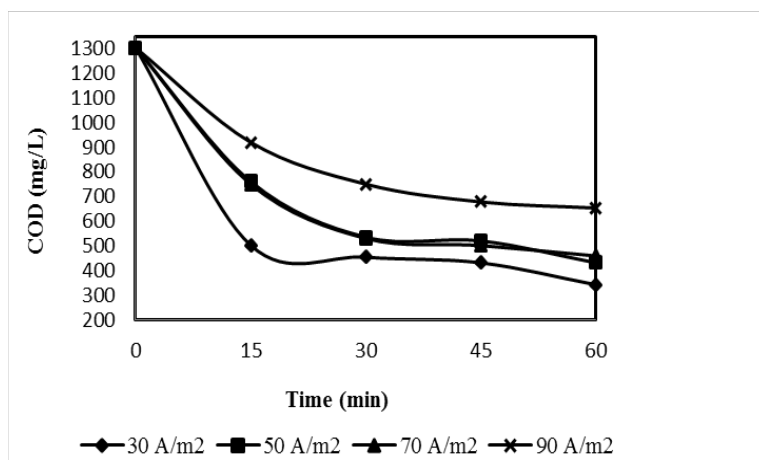


Fig. 5. The Effect of Current Density and Processing Time to COD

E. The Effect of Current and Processing Time to Pb metal Level

Based on the experiments, data showed that any change in current density and the length of time would generate different electrocoagulation efficiency. The longer the contact time, the lower the level of Pb metal in the filtrate would obtain for any variations in current density. In Fig. 6, it can be seen that Pb metal reduction of the biggest waste was achieved at runtime of 60 min and current density of 30 A/m². In this condition, the level of Pb metal in the filtrate was 342 mg/L.

The decreased level of Pb metal in the process of electrolysis might occur due to changes in electrical currents causing magnetic field around the electrodes. The Pb ions moved with trajectories helix shape around the electrode plate so that at that time there was tendency of Pb²⁺ ions to attach to the entire surface of the electrode plate. In an electrochemical process, at the same time the electric current in the anode reaction will occur in the oxidation of the anion (negative ion), an anode made of aluminum metal would undergo oxidation reactions to form Al³⁺ ion and would bind OH⁻ ions forming flock Al(OH)₃ which can bind Pb²⁺ ions and capture most of Pb that was not deposited on the cathode rod [10,11].

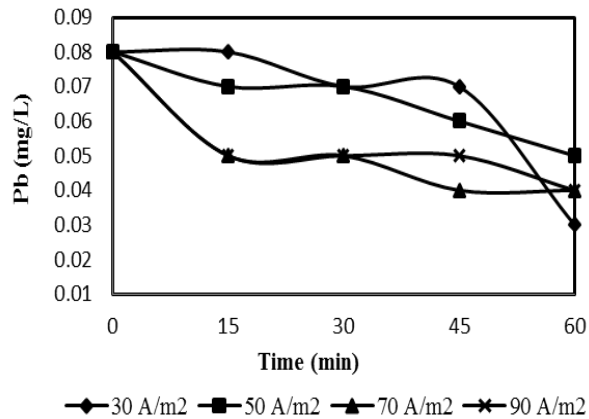


Fig. 6. The Effect of Current Density and Processing Time to Pb Level

F. The Effect of Current Density and Processing Time to the Content of $\text{NH}_3\text{-N}$

The decrease content of $\text{NH}_3\text{-N}$ in the electrocoagulation process for liquid waste from leachate was very important. This was because ammonia (NH_3) called ammonia nitrogen was produced from the decay of organic substances by bacteria. Each of ammonia released into the environment formed an equilibrium reaction with ammonium ion (NH_4^+). Ammonium then underwent nitrification to form nitrite and nitrate. Ammonia that was dissociated was more dangerous to aquatic biota instead of in the ammonium form. The value of ammonia was related to the pH value of water. The higher the pH of the water, the greater the ammonia content in the form of dissociated. High ammonia level was indication of contamination of organic material originating from domestic waste, industrial, and agricultural fertilizer runoff [12].

In Fig. 7, the largest content reduction of $\text{NH}_3\text{-N}$ in leachate was achieved in 60 min at 30 A/m². In this condition the levels of $\text{NH}_3\text{-N}$ in the filtrate was 1.01 mg/L from preliminary analysis of 2.4 mg/L.

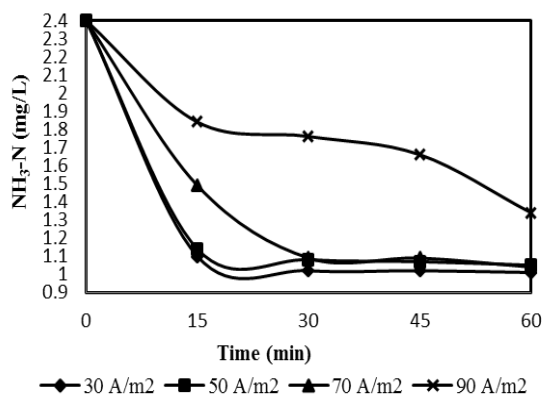


Fig. 7. The Effect of Current Density and Processing Time to the Content of $\text{NH}_3\text{-N}$

G. The Effectiveness of Electrocoagulation to the Values of BOD5, COD, and $\text{NH}_3\text{-N}$ Content

The decrease of pollutants contained in the leachate might be done by electrocoagulation. After the processing pollutants contained in the effluent decreased.

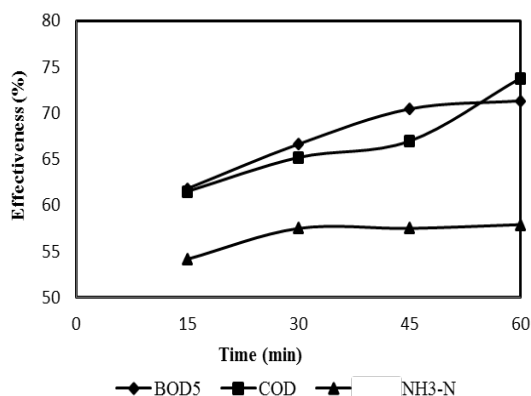


Fig. 8. The Effectiveness of Electrocoagulation to the Values of BOD₅, COD, and NH₃-N Content

The effectiveness for TSS was 46.80% from the initial sample of 112.6 mg/L to 59.9 mg/L. The effectiveness for BOD₅ was 71.33% from the initial sample of 415 mg/L to 119 mg/L and the effectiveness COD was 73.77% from the initial sample of 1304 mg/L to 342 mg/L. The effectiveness for Pb metal was 62.5% from the initial sample of 0.08 mg/L to 0.03 mg/L and the effectiveness for NH₃-N content was 57.92% from the initial sample of 2.4 mg/L to 1.01 mg/L.

4. CONCLUSION

After the experiment, the optimum obtained conditions for impairment of TSS, BOD₅, COD, Pb metal and NH₃-N content was at the current density of 30 A/m² and process time of 60 minutes. The best pH value was at the current density of 50 A/m² and process time of 60 minutes. From the results of experiment with variety of current density and process time, it could be concluded that the smaller the current density used and the longer the time, the better obtained results would be and vice versa.

The electrocoagulation lowered TSS for 46.80% from the initial sample of 112.6 mg/L to 59.9 mg/L, BOD₅ for 71.33% from the initial sample of 415 mg/L to 119 mg/L, COD for 73.77% from the initial sample in 1304 mg/L to 342 mg/L, Pb for 62.5% from the initial sample of 0.08 mg/L to 0.03 mg/L and NH₃-N content for 57.92% from the initial sample 2.4 mg/L to 1.01 mg/L. The increase in the pH value from the initial sample of 8.03 to 8.95. From the results obtained in the initial sample indicated that the pH value, TSS, and Pb were under environmental standards, while BOD₅, COD and NH₃-N content were above environmental quality standards. Nevertheless, after treatment BOD₅, COD and NH₃-N content decreased.

ACKNOWLEDGMENTS:

The authors would like express great gratitude to Ministry of Research, Technology and Higher Education that had funded this research and State Polytechnic of Sriwijaya that had facilitated this research.

REFERENCES

- [1] Eka Sri Yusmartini, Dedi Setiabudidaya, Ridwan, Marsi, Faizal. Characteristic of leachate at sukawinatan landfill, Palembang, Indonesia, *Journal of Physics: Conference Series*.423 (2013).
- [2] H. Zhang, D. Zhang, J. Zhou. Removal of COD from landfill leachate by electro-fenton method, *J. Hazard. Mater.* B135 (2006) 106-111.
- [3] U.T. Un, S. Ugur, A.S. Koparal, U.B. Ogutveren, Electrocoagulation of olive mill wastewater, *Separat. Purif. Technol.* 53 (2006) 136-141.
- [4] Fatih Ilham, Ugur Kurt, Omer Apaydin, M. Talha Gonullu. Treatment of leachate by electrocoagulation using aluminum and iron electrodes, *J. Hazardous Materials* 154 (2008) 381-389.
- [5] M. Bayramoglu, M. Kobya, M. Eyvaz, E. Senturk. Technical and economic analysis of electrocoagulation for the treatment of poultry slaughterhouse wastewater, *Separat. Purif. Technol.* 51 (2006) 404-408.

- [6] Mohd Nasrullah, Lakhveer Singh, Zularizam A. Wahid. Treatment of sewage by electrocoagulation and the effect of high current density, *Energy and Env. Eng. J. 1* (2012) 27-31
- [7] Rusdianasari, Yohandri Bow, Ahmad Taqwa. Treatment of coal stockpile wastewater by electrocoagulation using aluminum electrodes, *Advanced Materials Research*, 896 (2014) 145-148.
- [8] Rusdianasari, A. Meidinariasty, I. Purnamasari. Level decreasing kinetics model of heavy metal contents in the coal stockpile wastewater with electrocoagulation. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology* 5:6 (2015) 387-391
- [9] R. Bow, S. Arita, E. Ibrahim, N. Ngudiantoro. Reduction of metal contents in coal stockpile wastewater using electrocoagulation, *Applied Mechanics and Materials* 391 (2013) 29-33
- [10] Bow, Y., Hairul, Hajar, I. Molecularly imprinted polymer (MIP) based PVC-membrane-coated graphite electrode for the determination of heavy metals, *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology* 5:6 (2015) 422-425
- [11] Meunier, N., Drogui, P., Mercier, G., Blais, J. F. Treatment of metal-loaded soil leachates by electrocoagulation, *Separation and Purification technology* 67 (2009) 215-222.
- [12] Phalakornkule, C., Mangmeemak, J. Intrachod, K. Pretreatment of palm oil mill effluent by electrocoagulation and coagulation, *Scienceasia* 36 :1 (2010) 42-49.

Lampiran 4. Biodata Ketua Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
2	Jenis Kelamin	P
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	196711191993032003
5	NIDN	0019116705
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 19 November 1967
7	E-mail	rusdianasari19@gmail.com , rusdianasari@yahoo.com
9	Nomor Telepon/HP	08127800023/081271312323
10	Alamat Kantor	Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar Palembang
11	Nomor Telepon/Faks	0711-353414/0711355918
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = ... orang; S-2 = ... orang; S-3 = ... orang
13. Mata Kuliah yang Diampu	1. Kimia Analitik Instrumen	
	2. Teknik Reaksi Kimia	
	3. Bahan Konstruksi Kimia	
	4. Metodologi Penelitian	

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	UNSRI	ITB	UNSRI
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	MIPA Kimia	Ilmu Lingkungan
Tahun Masuk-Lulus	1986-1991	1999-2001	2010 – 2014
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pra Rencana Pabrik Melamin Formaldehid	Recovery Uranium dengan Membran Cair Emulsi	Model Pengelolaan Lingkungan Stockpile Batubara di Lahan Basah
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. A. R. Fachry, M.Eng.	Prof. Buchari	Dr. Susila Arita, DEA

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2008	Aplikasi Elektroda komposit karbon-zeolit untuk penentuan senyawa fenol secara adsorbtive stripping voltametri (anggota)	Penelitian Hibah Bersaing	45
2	2012	Pengolahan limbah cair stockpile batubara untuk mengurangi pencemaran lingkungan, Tahun I (Ketua)	Penelitian Hibah Bersaing	40
3	2013	Pengolahan limbah cair stockpile batubara untuk mengurangi pencemaran lingkungan, Tahun II (Ketua)	Penelitian Hibah Bersaing	40

4	2014	Pemetaan kualitas lingkungan stockpile batubara (Ketua)	Penelitian Hibah Doktor	50
5	2015	Model kinetika reaksi adsorpsi pada proses elektrokoagulasi (Ketua)	Penelitian Hibah Fundamental	50
6	2016	Model Pengelolaan Limbah Cair Terpadu dengan Metode Elektrokoagulasi (Ketua)	PUPT	60

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2013	Penerapan metode elektrokoagulasi pada pengolahan limbah cair industri pelapisan logam	Dana BOPTN	5
2	2014	IbM Industri Tenun Tradisional yang Mengalami Kesulitan Mengolah Limbah Cair	Dana BOPTN	46
3	2015	Penerapan Teknologi Tepat Guna Terpadu untuk Pengembangan produksi Ikan Bandeng Cabut Tulang di Usaha Bandeng Cabut Tulang Ananda di Palembang	Iptekda LIPI	152

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1	Penyerapan logam besi dan mangan dalam air asam tambang menggunakan zeolit dislut kitosan	Jurnal Teknosain, ISSN 1693-8089	Vol. VIII, No. 2, Juni 2011
2	Optimasi penggunaan koagulan pada pengolahan limbah cair stockpile batubara	Jurnal Kinetika, ISSN 1693-9050	Vol. 2, No. 2, Juli 2012
3	Evaluation of environmental effect of coal stockpile in Muara Telang, Banyuasin, Indonesia	Journal of Physics: Conference Series	423 (2013) 012053, doi: 10.1088/1742-6596/423/1/0120
4	Reduction of metal contents in coal stockpile wastewater using electrocoagulation	Applied Mechanics and Materials	Vol. 391 (2013) pp 29-33
5	Application of electrocoagulation process for coal stockpile wastewater treatment	Prosiding International Conference Chemical Engineering on Science and Application	ChESA 2013 18-19 September 2013
6	Treatment of coal stockpile wastewater by electrocoagulation using aluminum electrodes	Advanced Material Research	Vol. 896 (2014) pp145-148

7	Spatial analysis of environmental water quality in coal stockpile	Proceeding of Sriwijaya International Seminar on Energy and Environmental Science and Technology	. Vol. 1, No. 1, 2014, http://e-journal.unsri.ac.id/index.php/siseest .
8	Treatment of traditional cloth wastewater by electrocoagulation using aluminum electrodes	International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology	ISSN: 2088-5334. Vol. 4 (2014) No. 2, http://ijaseit.insightsociety.org
9	Characteristic of coal stockpile in lowland and the effect to environment	Springer Series in Material Science : Recent Trends in Physics of Material Science and Technology, Springer Singapore	Vol 204, chapter 14, 2015, pp. 221-245: Doi:10.1007/978-981-287-128-2-14
10	Level decreasing kinetics model of heavy metals content in the stockpile wastewater with electrocoagulation	International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology	ISSN: 2088-5334. Vol. 6 (2015) No. 2, http://ijaseit.insightsociety.org

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Simposium Nasional III & Musyawarah Nasional IV Forum Wacana Indonesia	Penyerapan logam besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam air asam tambang menggunakan karbon aktif disalut kitosan	Palembang, 31 Mei 2012
2	International Conference on Science & Engineering in Mathematics, Chemistry & Physics (Scietiech2013)	Evaluation on environmental effect of coal stockpile in Muara Telang, Banyuasin, Indonesia	Jakarta, 24-25 Januari 2013
3	2nd International Conference on Advances in Mechanics Engineering (ICAME2013)	Reduction of metal contents in coal stockpile wastewater using electrocoagulation	Jakarta, 13-14 Juli 2013
4	The 7 th International Conference of Chemical Engineering on Science and Application (ChESA 2013)	Application of electrocoagulation process for coal stockpile wastewater treatment	Banda Aceh, 18-19 September 2013

5	The 2013 International Conference on Advanced Materials Science and Technology (ICAMST 2013)	Treatment of coal stockpile wastewater by electrocoagulation using aluminum electrodes	Yogyakarta, 16-17 September 2013
6	Sriwijaya International Seminar on Energy and Environmental Science and Technology	Spatial analysis of environmental water quality in coal stockpile	Palembang, 10-11 September 2014
7	International Conference-Sustainable Agriculture, Food and Energy (SAFE2014)	Treatment of traditional cloth wastewater by electrocoagulation using aluminum electrodes	Bali, 18-19 September 2014
8	Changsha Kaiyuan Instruments	Wastewater treatment of coal's stockpile by electrocoagulation system with aluminum electrodes	Changhsa, China, 26 November 2014
9	International Conference-Sustainable Agriculture, Food and Energy (SAFE2015)	Level decreasing kinetics model of heavy metals content in the stockpile wastewater with electrocoagulation	Ho Chi Minh City, Vietnam, 17-19 November 2015

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1				
2				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				
2				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1				
2				

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Satyalencana Karya Satya 10 Tahun	Presiden Republik Indonesia	2005
2	Satyalencana Karya Satya 20 Tahun	Presiden Republik Indonesia	2016

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi.

Palembang, 6 November 2016
Pengusul,

Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.

SURAT PERNYATAAN KETUA PENELITI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIDN : 0019116705
Pangkat / Golongan : Pembina Utama Muda / IV.c
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul:

“Model Pengelolaan Limbah Cair Terpadu dengan Metode Elektrokoagulasi”

yang diusulkan dalam skema Hibah Unggulan Perguruan Tinggi untuk tahun anggaran 2017

bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga / sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Palembang, 3 November 2016

Mengetahui,
Ketua Lembaga Penelitian,

Yang menyatakan,

Ir. Jaksen, M. Amin, M.Si.
NIP 196209041990031002

Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NIP 196711191993032003

Lampiran 4. Anggota Tim Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr.Dipl.Ing. Ahmad Taqwa, MT.
2	Jenis Kelamin	L
3	Jabatan Fungsional	Lektor
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	19681204 199703 1 001
5	NIDN	0004126802
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Lubuk Linggau, 04 Desember 1968
7	E-mail	a_taqwa@yahoo.com
9	Nomor Telepon/HP	0711 355880 / 0852 2010 8285
10	Alamat Kantor	Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang
11	Nomor Telepon/Faks	0711 353414 / 0711 355918
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = ... orang; S-2 = ... orang; S-3 = ... orang
13. Mata Kuliah yg Diampu	1. Sistem Komunikasi Bergerak	
	2. Praktek PLC	
	3. Mikroprosesor dan Antarmuka	

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Ingenieurschule HTL Beider Basel (Swiss), Sekarang bernama FHNW.	ITB	ITB
Bidang Ilmu	Elektro -Telekomunikasi	Telekomunikasi	Telekomunikasi
Tahun Masuk-Lulus	1991-1994	2002-2005	2005-2010
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	“...Historische Funkuhr mit DCF-77”	Evaluasi Performansi Throughput/Delay pada MAC Protokol IEEE 802.11	Perancangan Sistem Komunikasi Wireless MIMO Menggunakan Matriks Transformasi dan Peta Kode POP
Nama Pembimbing/Promotor	Prof.Dr. Ruediger Volker dan Prof.Dr.	Dr. Hendrawan dan Prof. Dr. Adit Kurniawan	Prof.Dr. Soegidjardjo Soegidjoko, Dr. Sugihartono, dan Dr. Suhartono Tjodronegoro

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2009	Rancangan Sistem Wireless MIMO Menggunakan Matriks Transformasi untuk Mengoptimalkan Kapasitas dan Meningkatkan Performansi	Hibah Pascasarjana	35
2	2013	Pengolahan limbah cair stockpile batubara untuk mengurangi pencemaran lingkungan	Hibah Bersaing	40

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI maupun dari sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2010	Pembuatan Program Data Persediaan Barang	CV. Asia	-
2	2011	Pembinaan Amatir Radio dan Sosialisasi	Orari dan	-
3	2012	Pemasangan Listrik Solar Cell di Patraganik (Perkebunan binaan Pertamina) Palembang	CSR Pertamina	43.170

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1	Detektor Maximum Likelihood untuk Komunikasi Antena Jamak	Jurnal Makara seri Teknologi	Vol. 13, No. 2, pp. 73-78 / 2009
2	Treatment of Coal Stockpile Wastewater by Electrocoagulation using Aluminum Electrodes	Advanced Material Research	Vol. 896 (2014) pp145-148

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan
1	International proc. of the 7th Int. Conf. on Advances in Mobile Computing & Multimedia (MOMM)	Precoding Matrices for Wireless MIMO Communication System,	2007 / Kuala Lumpur
2	Seminar Nasional Teknik Elektro 2013	<i>Robot Micro Mouse</i> Pencari Tujuan pada Labirin 5x5 Menggunakan Metode <i>Transpoint</i>	2013 / Bandung

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1				
2				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				
2				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1				
2				

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Satyalencana Karya Satya 10 Tahun	Presiden Republik	2012
2			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Unggulan Perguruan Tinggi.

Palembang, 3 November 2016
Pengusul,

Dr. Ing. Ahmad Taqwa, MT

Biodata Anggota Tim Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Ir. Jaksen M.Amin, M.Si
2	Jenis Kelamin	L
3	Jabatan Fungsional	Lektor kepala
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	196209041990031002
5	NIDN	0004096205
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Penyandingan, OKI, 04 September 1962
7	E-mail	jaksenmamin@yahoo.com dan mjassena@polsri.ac.id
9	Nomor Telepon/HP	085221247769
10	Alamat Kantor	Politeknik negeri Sriwijaya, Jl. Sriwaja Negara, Bukit besar, Palembang 30139
11	Nomor Telepon/Faks	Tel. 0711-353414, faks 0711-355918
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = ... orang; S-2 = ... orang; S-3 = ... orang
13. Mata Kuliah yg Diampu	1. Peralatan Industri Proses	
	2. Pengendalian Mutu Produksi	
	3. Praktikum Satuan Proses	
	4. Perpindahan massa difusional	
	5. Perpindahan massa termal	
	6. Rekayasa Bioproses	
	7. Praktikum rekayasa Bioproses	
	8. Praktikum satuan Operasi	
	9. Praktikum Utilitas	

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	FT, Teknik Kimia, UNSRI	Fateta, TIP, IPB	UNSRI
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknologi Industri	Teknologi Industri
Tahun Masuk-Lulus	1981-1988	1996-1999	2013-sekarang (masih Prog. S3)
Judul Skripsi/Tesis/Dissertasi	Pra Rencana Pabrik Bisphenol – A	Kinetika Fermentasi <i>Bacillus</i> sp. BMN 14 pada Sistem Dua Fasa (PEG-Fosfat) untuk Produksi Biosurfaktan	Rekayasa Proses Produksi Surfaktan Metil Ester Sulfonat Dari Minyak Sawit (Cpo)

Nama Pembimbing/Promotor/ Pendidikan (keahlian)	1. Ir. A. Sanusi Siregar, SU (Teknik Kimia) 2. Ir. Azhary Surest, SU (Teknik Kimia)	1. Dr. Ir. Djumali Mangunwidajja, DEA (Teknik Kimia & Bioproses) 2. Dr. Ir. Ani Suryani, DEA (Teknik Kimia & Bioproses) 3. Dr. Ir. Muhammad Romli, M.Sc.St. (Teknik Kimia & Lingkungan)	1. Prof. Dr. Ir. Rindit Pambayun, M.P (Kimia dan Biokimia pangan) 2. Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S. (Rekayasa dan kimia pangan) 3. Prof. Dr. Ir. H. Muhammad. Said, M.Sc. (Teknik Kimia dan Lingkungan)
--	--	---	---

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 tahun terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah, Rp.
1	2010	Faktor waktu perendaman dan suhu ekstraksi pada pembuatan gelatin dari tulang kaki ayam	Mnadi	1.600.000
2	2010	Faktor jenis dan konsentrasi koagulan pada pengolahan air payau menjadi air bersih	Mandiri	2.000.000
3	2011	Pengaruh suhu pada proses transesterifikasi minyak dari limbah pabrik mie terhadap kualitas biodiesel	Mandiri	1.500.000
4	2012	Pengaruh jenis enzim dan ragi pada fermentasi pati ubi kayu menjadi bioetanol	Mandiri	1.700.000
5	2013	Model perangkat keras untuk tindakan awal pencegahan bahaya kebakaran yang bekerja berdasarkan respon temperatur	Penelitian kebencanaan, PNBPPolsri	20.000.000
6	2013	Peningkatan omega-3 telur ayam dengan cara perendaman dalam limbah minyak ikan dan karbon aktif	Dipa Polsri	4.600.000
7	2013	Faktor jenis dan konsentrasi enzim pada hidrolisis pati umbi talas sebagai bahan baku produksi bioetanol secara fermentasi	Mandiri	1.500.000
8	2013	Pengaruh Saccharomyces Cerevisiae dan waktu fermentasi pati umbi talas menjadi bioetanol	Mandiri	1.300.000
9	2014	Faktor waktu sulfonasi biodiesel dari minyak sawit menggunakan NaHSO ₃ menjadi surfaktan	Mandiri	1.500.000
10	2014	Pengaruh suhu dan waktu pada pembuatan surfaktan dari minyak sawit	Mandiri	2.000.000

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 tahun terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah, Rp
1	2012	Pengabdian kepada Masyarakat: Pembuatan sirup dari jahe sebagai penghangat badan di kelurahan Bukit Baru Palembang	Mandiri-Polsri	2.500.000
2	2013	Penyuluhan perawatan furniture karya baru kota Palembang	Mandiri-Polsri	2.500.000
3	2013	Proses pembuatan yogurt kacang hijau untuk asupan gizi balita di Yayasan Pendidikan Bhakti Asuhan taman Kanak-kanak Ilir Timur	Mandiri-Polsri	1.500.000
4	2014	Memberikan penyuluhan penelitian tindakan kelas guru SD di Desa Sukarame Sekayu Mus Banyu Asin	Mandiri-Polsri	1.500.000
5	2014	Penerapan teknologi vacuum frying pada usaha jamur tiram	IbM-Dikti	45.000.000

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal 5 tahun terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahun
1	Kinetika Fermentasi <i>Bacillus Subtilis</i> Atcc 21332 Dalam Media Satu Fasa Untuk Memproduksi Biosurfaktan	Kinetika, ISSN :1693-9050	Vol 3, Nov. 2010
2	Aplikasi Katalis NaoH Pada Proses Trans Esterifikasi Kopra Menjadi Biodiesel	Kinetika, ISSN :1693-9050	Vo. 2, Juli 2011
3	<i>Pengaruh waktu perendaman kulit sapi dalam asam sulfat pada pembuatan gelatin tipe A</i>	Jurnal Teknosain, ISSN:1693-8089	Volume VIII, Nomor 3, Oktober 2011
4	<i>Faktor Asam Dan Waktu Perendaman Kulit Kerbau Pada Produksi Gelatin Tipe A</i>	Kinetika, ISSN :1693-9050	Vol. 3, November 2011
5	Pengaruh jenis dan konsentrasi asam sebagai media perendaman kulit sapi pada produksi gelatin	Jurnal Teknosain, ISSN:1693-8089	Volume VII, Nomor 1, Februari 2010
6	Pengaruh jenis kulit, jenis asam dan konsentrasinya pada produksi gelatin tipe A dari kulit hewan ternak	KINETIKA, ISSN : 1693 – 9050.	Volume I, No. 3, November 2004.

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1			
2			

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1				
2				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				
2				

Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1				
2				

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1			
2			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Unggulan Perguruan Tinggi

Palembang, 3 November 2016
Anggota Pengusul,

(Jaksen M. Amin)

Lampiran 4. Biodata Tim Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Adi Syakdani, S.T.,M.T.
2	Jenis Kelamin	L/P
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	196904111992031001
5	NIDN	0011046904
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 11 April 1969
7	E-mail	adis@polsri.ac.id
9	Nomor Telepon/HP	08163284926
10	Alamat Kantor	Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang
11	Nomor Telepon/Faks	0711-353414 / 0711-355918
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = ... orang; S-2 = ... orang; S-3 = ... orang
13. Mata Kuliah yg Diampu	1. Teknik Pengolahan Lingkungan	
	2. Dasar-dasar Komputasi	
	3. K3 dan Hukum Ketenagakerjaan	
	4. Praktikum Kimia Analitik Instrumen	
	5. Praktikum Pilot Plant	

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Univ. Sriwijaya	Univ. Sriwijaya	
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknologi Lingkungan	
Tahun Masuk-Lulus	1993-1996	2009-2012	
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pra Rencana Pabrik Pembuatan Butyraldol Kapasitas 15.000 Ton Per Tahun	Studi Kinerja Adsorben Dari Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Media Adsorpsi Ion Logam Fe ²⁺ dan Mn ²⁺ dalam Air Tanah Dangkal (sumur)	
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. H.A.F. Ismail, M.Eng	Dr. Ir.H.M. Faizal, DEA Dr. Ir. Subriyer Nasir, MSc	

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1				
2				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DIKTI maupun dari sumber lainnya.

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2011	Penyuluhan Pemanfaatan Internet Sebagai Media Informasi Dalam Upaya Membantu Kegiatan Pembelajaran di SMP Negeri 3	Mandiri	1.500.000
2				

* Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema pengabdian kepada masyarakat DIKTI maupun dari sumber lainnya.

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/Tahu
1	Zeolit Aktif Sebagai Media Adsorbent pada Pengolahan Minyak Goreng Bekas Dengan Filtrasi Vakum	Jurnal Teknik/Teknik Kimia/Politeknik Negeri Sriwijaya	2009
2			

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1			
2			

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1				
2				

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1				
2				

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
1				
2				

J. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Satyalancana Karya Satya 10 Tahun	Presiden Republik Indonesia	2005
2			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Unggulan Perguruan Tinggi.

Palembang, 3 November 2016
Pengusul,

Adi Syakdani, S.T., M.T.